VISIT…

629
Л.175

М. Г. ЛАЗЕБНИКОВ

О ПРОХОДИМОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ ПО ГРУНТОВОЙ И СНЕЖНОЙ ЦЕЛИНЕ

ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ СОЮЗА ССР
Москва—1958

Инженер-подполковник
кандидат технических наук
М. Г. ЛАЗЕБНИКОВ

О ПРОХОДИМОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ ПО ГРУНТОВОЙ И СНЕЖНОЙ ЦЕЛИНЕ

ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ СОЮЗА ССР
Москва — 1958

Инженер-подполковник М. Г. ЛАЗЕБНИКОВ

О проходимости автомобилей по грунтовой и снежной целине

В книге изложены условия движения автомобилей по грунтовой и снежной целине, приведены способы оценки проходимости местности и средства повышения проходимости автомобилей. В ней рассматривается опыт применения сборных дорожных покрытий для обеспечения проезда автомобилей.

Настоящая книга предназначена в качестве пособия для офицеров и сержантов инженерных войск при разведке и оборудовании колонных путей, а также для офицеров и сержантов автомобильных подразделений и частей при оценке возможности проезда по тяжелым участкам пути.

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильный транспорт Советского Союза непрерывно развивается. Директивами XX съезда Коммунистической партии Советского Союза предусмотрены значительный рост и дальнейшее развитие автомобильной промышленности: увеличение производства автомобилей высокой проходимости, специализированных грузовых автомобилей, усовершенствованных автоприцепов и полуприцепов различного назначения, замена устаревших моделей автомобилей новыми моделями с более высокими эксплуатационными показателями, расширение строительства и реконструкции автомобильных дорог с твердым покрытием.

Отечественная автомобильная промышленность оснащает Советскую Армию автомобилями новых марок, обладающими высокой проходимостью и другими эксплуатационными качествами.

Конструкции советских автомобилей непрерывно совершенствуются с целью повышения их проходимости и использования в разнообразных дорожных и климатических условиях.

Автомобили послевоенной конструкции прочно внедрились во все рода войск Советской Армии. Это позволило значительно увеличить маневренность войск. Чем выше подвижность войск, тем быстрее можно осуществить маневр и тем вероятнее будет внезапность действий. Подвижность же войск в значительной мере зависит от проходимости машин, которыми оснащены войска.

Боевые качества каждого рода войск определяются вооружением и маневренностью.

Успех современного боя достигается не только превосходством над противником в силах и средствах, но и умением маневрировать войсками и использовать местность в ходе боя.

Маневренный характер современного боя является следствием технического прогресса и оснащения армий специальной техникой, которая дает возможность быстро перенести действия главных сил с одного направления на другое.

Маневренность в значительной степени зависит от проезжаемости местности. При перегруппировке войск в современном бою время, скорость передвижения войск и проезжаемость местности имеют исключительно важное значение. Боевой опыт показал, что одна и та же местность может дать больше преимуществ тем войскам, которые более умело ее используют.

Все рода войск должны уметь быстро и правильно оценивать проезжаемость местности при движении автомобилей в неблагоприятных условиях. Чтобы правильно оценить и умело использовать местность, надо хорошо знать способы определения ее проезжаемости и возможности состоящей на вооружении техники.

В распутицу, снегопад, дождь, туман затруднена проходимость машин механизированных частей и соединений по грунтовым дорогам, но вместе с тем создаются неограниченные возможности для внезапного осуществления наиболее смелого маневра.

В годы Великой Отечественной войны многие операции были проведены в самое неблагоприятное время года — в осеннюю и весеннюю распутицу. Наши войска с успехом действовали в таких условиях, в которых, по мнению специалистов бывшей германской армии, действие техники должно было быть парализовано. Для примера можно привести операции войск 1-го и 3-го Белорусских фронтов в лесисто-болотистой местности Белоруссии, действия механизированных соединений в районе Умани. Почти вся весенняя кампания 1944 г., в результате которой была освобождена Правобережная Украина, проводилась в условиях весенней распутицы и бездорожья.

Войска не должны избегать действий в трудных для прохождения автомобилей условиях, ибо, умело организовав боевые действия и службу обеспечения (в частности, снабжение войск средствами повышения проходимости автомобилей и умелое использование этих средств), можно упредить противника в осуществлении маневра.

Данная книга освещает вопросы движения автомобилей в тяжелых грунтовых условиях, знакомит офицеров, сержан-

тов и водителей автомобилей с практикой полевой оценки проходимости автомобилей по грунтовой и снежной целине и со средствами повышения проходимости автомобилей.

Правильная оценка проходимости автомобилей по грунтовой и снежной целине во многом поможет водителям повысить уровень культуры эксплуатации автомобилей.

Глава первая

ПРОХОДИМОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ ПО ГРУНТОВОЙ ЦЕЛИНЕ

§ 1. ВИДЫ ГРУНТОВ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

В строительной практике грунтом называются различные горные породы, используемые в качестве оснований разнообразных сооружений, при строительстве дорог, каналов, выемок и т. п.; грунт используется также как строительный материал для устройства дорог, возведения насыпей, земляных плотин и т. д. Грунты обычно делят на три группы: скальные, полускальные и рыхлые.

Почвой называется поверхностный слой земной коры, несущий на себе растительный покров.

На территории СССР основными типами почв являются:

— торфянистые (тундровая зона);

— дерново-подзолистые (лесная зона);

— черноземные (зона степей);

— каштановые и бурые, сероземы (зона сухих степей и полупустынь).

Проезжаемость грунтовых дорог каждого типа почвы связана с их свойствами и климатическими особенностями.

В тундровой зоне из-за незначительного испарения, ровного рельефа и близости от поверхности неоттаивающего мерзлого слоя (вечная мерзлота) вода застаивается и в низменных местах происходит заболачивание. В безморозный период проезд по целине затруднен из-за рыхлости или значительной влажности заторфованных участков. Продолжительность весеннего и осеннего периодов распутицы более четырех месяцев.

Лесная зона расположена в более благоприятных климатических условиях, чем тундровая. Летом проезд автомобилей, кроме заболоченных участков, возможен по всей местности. При увлажнении подзолистые почвы быстро размо-

кают, однако липкость грунта невелика. Продолжительность весенней и осенней распутиц достигает трех месяцев.

Черноземные почвы имеют в поверхностных слоях большое количество продуктов разложения растительности — органического вещества (гумуса), придающего им характерный темный цвет, за который они получили название «черноземных».

Черноземные почвы в сухом состоянии имеют твердую поверхность, поэтому автомобили могут двигаться с высокими скоростями. Однако достаточно небольшого дождя, чтобы на их поверхности образовалась тонкая, скользкая пленка грязи, вызывающая буксование автомобилей. При длительных дождях грунтовые дороги размокают, образуя липкую грязь, обволакивающую колеса автомобиля.

Бурым, каштановым и особенно сероземным почвам характерна большая пыльность при проезде автомобилей. На лёссовых грунтах, образовавшихся в результате многовекового отложения приносимых ветром из песчаных пустынь тонких пылеватых частиц, в летние месяцы образуется слой пыли, достигающий толщины свыше 50 *см*. В дождливые периоды грунтовые дороги покрываются слоем жидкой грязи.

В одной почвенной зоне могут встречаться различные грунты, отличающиеся размерами составляющих их частиц.

Основными разновидностями грунтов являются: а) скальные, б) разрушенные или обломочные, в) песчаные, г) глинистые, д) смешанные: супески, суглинки, пылеватые.

Скальными грунтами называются сплошные залегания каменных пород, не разрушенных выветриванием или разрушенных настолько, что порода не распадается на отдельные куски. Скальные грунты встречаются преимущественно в горных местностях.

Разрушенные или обломочные грунты. Разрушение породы выветриванием привело эти грунты к распаду на отдельные камни различной крупности. Камни размером более 20 *см* называются валунами, размером 8 — 20 *см* — булыжником, размером 0,2—8 *см* — гравием.

Песчаные, глинистые и смешанные грунты. Песком называются частицы обломочных пород с размерами зерен 2—0,25 *мм*. Частицы с размером зерен 0,25—0,01 *мм* получили название иловатых, размером менее 0,005 *мм* — глинистых.

В природе грунт, состоящий из частиц только одного размера, встречается очень редко. Обычно грунт состоит из смеси различных частиц, т. е. из песка, пыли и глины.

В зависимости от количества тех или иных частиц грунты различаются:

— глина — глинистых частиц больше 25%;
— суглинок — глинистых частиц 12—25%;
— супесь — глинистых частиц 3—12%;
— песок — глинистых частиц меньше 3%.

Свойства грунтов

Как уже установлено, грунт состоит из частиц различной величины. Мелкие промежутки, или пустоты, между частицами называются порами грунта. Совокупность пустот (пор), заключенных между минеральными частицами, называется пористостью. Процентный объем пустот для разных грунтов различен: для песка он колеблется от 25 до 45%, для глины достигает 60%. Чем меньше пористость грунта, тем больше его плотность. Плотность грунта является определяющим свойством его проезжаемости.

Грунты отличаются друг от друга плотностью и влажностью. В зависимости от этих качеств некоторые из грунтов пригодны, другие малопригодны и третьи почти совсем непригодны для проезда автомобилей. Грунты обладают многими свойствами, которые влияют на проходимость автомобилей. Чтобы установить, в чем же состоит пригодность грунтов для проезда автомобилей, необходимо рассмотреть взаимодействие грунтов с водой.

Влагоемкостью называется способность грунта поглощать и удерживать то или иное количество воды. От количества воды в грунте зависит его способность выдерживать автомобили различного веса. Для всякого грунта установлена оптимальная влажность, т. е. такое количество воды, при котором по грунту возможен проезд автомобилей. С переходом грунта в пластическое состояние, т. е. в такое состояние, когда в грунте образуются колеи от проходящих по нему машин, проезд автомобилей становится затрудненным и даже невозможным.

Водопроницаемостью называется способность грунта пропускать сквозь себя воду (сверху вниз). Если водопроницаемость грунта недостаточная, то вода будет застаиваться на пути и движение автомобилей будет затруднено из-за грязи. Чем крупнее частицы грунта, тем водопроницаемость грунта больше. Поэтому понятно, что песчаные грунты обладают высокой водопроницаемостью, а пылеватые и особенно глинистые — низкой.

Связность грунта — способность грунта не распадаться на отдельные частицы. Связность грунта (кроме сыпучих) увеличивается при уменьшении влажности. Наибольшей связностью обладают глинистые грунты, которые в жаркую погоду становятся более твердыми. Наименьшей связностью обладают песчаные грунты. В жаркую погоду песок становится рыхлым, затрудняет движение автомобилей и вызывает буксование колес.

Прочность и устойчивость грунта, кроме связности, обусловливаются также плотностью.

Плотность грунта характеризуется его объемным весом. Объемный вес грунта — это вес грунта в единице объема. Плотность может изменяться в зависимости от объемного веса грунта, его механического состава, а также влажности. Чем больше плотность грунта, тем больше его сопротивление к воздействию колес автомобилей.

Пористость — промежутки (поры) между частицами грунта, заполненные водой и воздухом. Пористость выражается в процентах от объема грунта.

Пластичность — способность грунта во влажном состоянии изменять, не распадаясь на куски, свою форму под давлением твердых тел (например, колес). При значительной влажности пластичные грунты становятся текучими и теряют устойчивость.

Липкость — способность грунта прилипать к поверхностям введенных в него твердых тел (к колесам автомобилей).

Сопротивление сжатию — способность грунта противодействовать вертикальным нагрузкам без образования колеи: оно зависит от влажности и пористости грунта.

В связи с перечисленными свойствами отдельные грунты имеют особенности. Так, глины отличаются большой водопоглощаемостью, водонепроницаемы, обладают большой, хотя и медленной, водоподъемностью, сильно набухают в воде и становятся липкими; в сухую погоду они твердеют.

Пылеватые грунты слабо водопроницаемы, обладают большой водоподъемностью и легко переходят в плывунное состояние, т. е. в такое состояние, когда грунт, насыщенный водой, представляет собой жидкую текучую массу.

Пески обладают большой водопроницаемостью, малой водоподъемностью, в сухую погоду становятся рыхлыми, во влажном состоянии устойчивы.

Из этих свойств грунтов мы видим, что ни пески, ни глины в чистом виде неблагоприятны для проезда автомоби-

лей, так как при разной степени влажности обладают разными недостатками. Поэтому можно предположить, что лишь при соединении в определенных количествах песка, глины и пыли можно получить грунт, наиболее благоприятный для проезда автомобилей. И действительно, такой грунт существует — это супесок. В супеске большое количество песка, который в достаточной мере водопроницаем, слабо влагоемок и лишен липкости; наличие же глинистых частиц делает супесок связным даже в очень жаркую погоду. Таким образом, супесок является наиболее благоприятным грунтом для проезда автомобилей.

При прокладывании колонного пути необходимо разведать грунт.

Разведка грунтов производится следующим образом. Прежде всего на трассе колонного пути берут образцы грунтов, не реже чем один образец на 1 *км* пути, по которым простейшими способами определяют состав грунта (см. приложение 1). Наиболее простым является способ проф. Л. В. Новикова, который состоит в следующем. Грунт высушивают и размельчают в металлической чашечке. Часть грунта тщательно размешивают с водой до густоты, при которой он перестает прилипать к рукам. Затем на ладони или на столе из грунта скатывают «проволоку», раскатывая ее до тех пор, пока она не начнет распадаться на отдельные кусочки. По измеренной на миллиметровой бумаге толщине этих кусочков определяют содержание глинистых частиц, пользуясь табл. 1.

Таблица 1

Определение содержания глинистых частиц по толщине «проволоки»

Диаметр «проволоки», *мм*	Содержание глинистых частиц, %	Диаметр «проволоки», *мм*	Содержание глинистых частиц, %	Диаметр «проволоки», *мм*	Содержание глинистых частиц, %
<0,5	>40	2—3	20—15	7—8	3—2
0,5—1	40—30	3—4	15—10	>8	<2
1—1,5	30—25	4—5,5	10—6		
1,5—2	25—20	5,5—7	6—3		

По содержанию глинистых частиц можно ориентировочно определить состав грунта. Качество грунтов и их пригодность для проезда автомобилей зависят от их свойств. Основные свойства различных грунтов, которые должны учи-

тываться при выборе направления колонного пути, приведены в приложении 2. При этом не следует забывать о динамичности многих свойств грунта. Связные грунты в зависимости от степени увлажнения и уплотнения могут влиять положительно или отрицательно на проходимость автомобилей. Так например, глинистые, черноземные и суглинистые грунты, увлажняясь дождем и талыми водами, делаются липкими и скользкими, в связи с чем проезд автомобилей по ним затрудняется. Пылеватые грунты при увлажнении быстро теряют несущую способность и при проезде на них образуются глубокие колеи; в сухую погоду грунт вследствие недостаточной связности легко измельчается в пыль. При проезде и под действием ветра пыль поднимается клубами и затрудняет движение. В сырую погоду песчаные грунты наиболее благоприятны для проезда. В сухую погоду вследствие недостаточной связности они прорезаются колесами и проезд по дороге затрудняется.

Определяя состав грунта, необходимо всегда учитывать наличие в нем воздуха и воды. От количественного изменения воздуха и воды в единице объема грунта зависит его способность выдерживать нагрузку. Отсюда следует, что при оценке технических свойств грунта (в качестве дорожного покрытия) его всегда нужно рассматривать как сложную систему, в состав которой входят собственно грунт, связанная с грунтом вода и воздух, заполняющий свободные от воды поры грунта. Проезжаемость по грунту зависит главным образом от изменения его влажности и плотности, которые являются переменными факторами, обусловливающими ту или иную степень его проезжаемости. Учет динамики и многообразия свойств грунтов необходим и обязателен. Однако было бы неправильным оценивать проезжаемость грунтов по одному и тому же шаблону, не учитывая их физико-механических свойств. При правильном учете и анализе условий работы грунта из всего многообразия свойств последнего необходимо определить только некоторые: механический состав, естественную влажность, плотность.

При определении проезжаемости грунтов в районах вечной мерзлоты, в местах оползней и др. необходимо, кроме указанных свойств, дополнительно определить и другие свойства грунтов.

Плотность и влажность грунта можно определить простейшим прибором — плотномером-влагомером, предложенным инженером Ковалевым.

§ 2. О ПРОХОДИМОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ ПО ГРУНТОВОЙ ЦЕЛИНЕ

Качество каждого автомобиля характеризуется степенью его пригодности для использования в разных дорожных условиях.

В понятие пригодности автомобиля любого типа для войск входит приспособленность его к движению по грунтовой целине. На выбор пути, тщательность и полноту подготовки водителей к движению по целине обращается серьезное внимание.

Рассмотрим проходимость и условия движения автомобилей по грунтовой целине.

Понятие о проходимости автомобилей

Проходимость — способность автомобиля преодолевать различные дорожные препятствия и двигаться по дорогам, не имеющим твердого покрытия, и по бездорожью.

Проходимость автомобилей зависит в первую очередь от их конструкции. Например, автомобиль ЗИЛ-151 может преодолевать подъемы до 26°, броды глубиной до 0,8 *м*, двигаться по глубокому снегу и т. д. Автомобили различных классов и марок имеют различную проходимость.

Проходимость автомобиля ЗИЛ-150, предназначенного в основном для движения по дорогам, значительно ниже. От чего зависит проходимость автомобиля? Как можно ее повысить?

Проходимость автомобиля зависит, во-первых, от мощности двигателя. Из автомобилей одного и того же веса и типа успешнее преодолевает слабые участки пути тот автомобиль, на котором установлен более мощный двигатель. Следовательно, для того чтобы сохранить высокую проходимость автомобиля, следует правильно эксплуатировать двигатель. Плохой уход за двигателем приводит к понижению его мощности. Во-вторых, проходимость автомобиля зависит от качества сцепления колес с грунтом. Из двух автомобилей одного типа с двигателями одинаковой мощности тот автомобиль может преодолеть более крутой и скользкий подъем, у которого лучше сцепление колес с грунтом. При движении по грязи сцепление колес с грунтом уменьшается, что приводит к углублению колеи и сопротивлению движению, поэтому для лучшего сцепления колес с почвой следует применять цепи противоскольжения или шины, имеющие

протектор с сильно развитыми грунтозацепами. При движении по влажным грунтам частицы грунта вдавливаются в покрышку и при буксовании происходит трение грунта о грунт.

Результаты многолетней эксплуатации автомобилей показывают, что покрышки с мелким рисунком имеют меньшую величину сцепления с грунтом, чем покрышки с крупным рисунком. Величина сцепления колес автомобиля с грунтом зависит от полезной нагрузки. У груженых автомобилей сцепление колес с грунтом выше, чем у автомобилей без груза. В-третьих, проходимость автомобиля зависит от удельного давления, т. е. от веса машины, приходящегося на 1 $см^2$ опорной поверхности колес автомобиля. Чем больше удельное давление, тем хуже проходимость автомобиля по слабым грунтам и глубокой грязи.

Автомобиль, погружаясь в слабый грунт, испытывает все возрастающее сопротивление движению вследствие увеличения глубины колеи. При значительном погружении клиренс полностью выбирается и автомобиль начинает прессовать задним мостом грунт. Прессование продолжается до тех пор, пока автомобиль не «сядет» на задний мост. При этом начнется буксование, так как сцепление колес с грунтом снизится до минимума. Для повышения проходимости автомобиля уменьшают удельное давление путем увеличения опорной поверхности колес автомобиля или путем укладки на грунт дорожных покрытий. Последний способ дает также возможность уменьшить неравномерность удельного давления. Чем меньше давление колес, тем меньше глубина образуемой колеи и, следовательно, меньше сопротивление движению и возможность застревания автомобиля.

Удельное давление колес грузовых автомобилей на поверхность грунта (при полной нагрузке на платформе), полученное опытным путем, приведено на диаграмме (рис. 1).

Водителям автомобилей ЗИЛ-151 хорошо известно, что при движении по неплотному грунту эти автомобили больше, чем автомобили других марок, «зарываются» передними колесами. Это вызвано увеличением веса, приходящегося на переднюю ось, что неизбежно ухудшает условия движения по неплотному грунту.

Для того чтобы автомобиль не задевал за пни, камни и кочки, его шасси должно быть поднято. У большинства автомобилей расстояние между низшими точками передней оси и грунтом составляет около 300 *мм*, а у автомобиля

ЗИЛ-150 достигает наибольшей величины — 325 *мм*. Под задним мостом это расстояние составляет 250—290 *мм*.

Проходимость автомобиля также зависит от состояния пути и режима движения.

От качества пути зависит скорость движения автомобиля. Чем ровнее поверхность пути, тем меньше толчков и сотрясений испытывает автомобиль при движении, тем

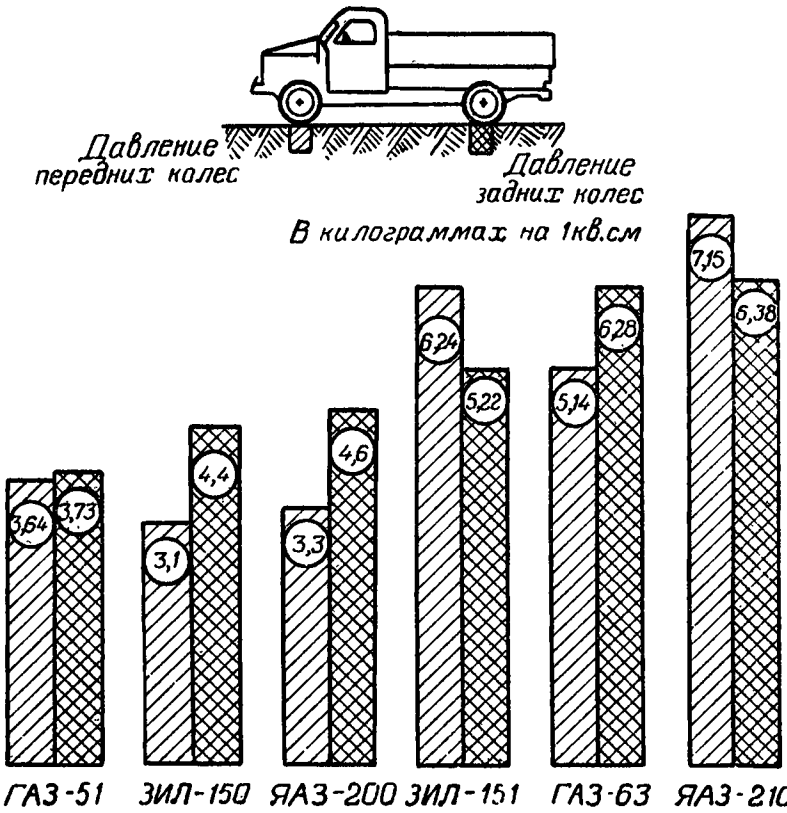


Рис. 1. Диаграмма удельного давления колес грузовых автомобилей на грунт

меньше сопротивление движению и, следовательно, больше скорость движения. Наличие большого числа неровностей на поверхности пути вынуждает водителя снижать скорость движения.

И, наконец, на проходимость автомобиля влияет подготовка водителя, заключающаяся в умении выбирать путь с наименьшим сопротивлением движению, в своевременном переключении передач и в умении использовать разгон автомобиля для преодоления труднопроезжаемых мест. Правильный режим движения по дорогам и целине повышает проходимость автомобиля. Решающим условием проходи-

мости является сопротивление движению, вызываемое образованием колеи и толчками на дорогах с неровной твердой поверхностью.

Сопротивление движению автомобиля по грунтовой целине

Целина в отличие от дорог, покрытых твердой одеждой, имеет различную прочность и в зависимости от этого поразному деформируется под колесами автомобилей.

При движении автомобиля на поверхность грунта действуют вес автомобиля, передающийся через колеса, и силы сцепления, возникающие на ободе ведущих колес. Эти усилия в отдельных случаях разрушают поверхность грунта. Разрушение грунтов в большинстве случаев происходит от переувлажнения, в результате чего изменяется их несущая способность. По мере увеличения влажности несущая способность грунта уменьшается и при проходе автомобилей образуются колеи (рис. 2).

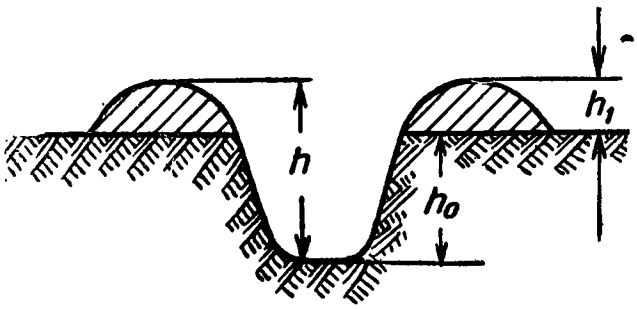


Рис. 2. Образование колеи от прохода автомобиля:

h — глубина колеи; h_0 — истинная глубина колеи; h_1 — высота валика

Глубина колеи увеличивается от последовательного проезда автомобилей и может достичь такой величины, что передняя ось автомобиля и дифференциал коснутся междуколейного земляного вала и дальнейшее движение по колонному пути будет невозможным. Сопротивление движению автомобилей по неплотному грунту зависит также от совпадения следов передних и задних колес. Так, у автомобилей ЗИЛ-150, МАЗ-200 каждое заднее колесо расширяет след переднего колеса более чем на 300 *мм*, т. е. преодолевает дополнительное сопротивление движению. При этом следует учесть, что грунт по краям следа переднего колеса уплотняется и сопротивление его разрушению задним колесам увеличивается. У автомобилей, имеющих двойной скат задних колес, возможность использования уплотненных сле-

дов передних колес исключается, поэтому применение двойного ската задних колес нерационально. Как известно, в конструкциях автомобилей повышенной проходимости применяют одинарный скат задних колес при одинаковой ширине колеи передних и задних колес (автомобиль ГАЗ-63 и др.).

Установление сопротивления движению еще не решает вопроса о проходимости, так как остается неизвестным, сможет ли автомобиль преодолеть это сопротивление по условиям сцепления ведущих колес с грунтом или по мощности мотора.

Колеса буксуют в том случае, когда тяговое усилие, необходимое для движения автомобиля в данных грунтовых условиях, превосходит максимально возможное значение реакции между ведущими колесами и грунтом.

Условия возможности движения без буксования определяются выражением

$$\sigma_в \varphi > P,$$

где $\sigma_в$ — вес автомобиля, приходящийся на ведущие колеса;

φ — коэффициент сцепления шин с грунтом;

P — тяговое усилие, необходимое для движения автомобиля в данных условиях.

Величины коэффициентов сцепления автомобилей на влажных грунтах имеют максимальные значения порядка 0,25—0,35, что в два — три раза меньше по сравнению с грунтами в сухой летний период.

Показатели проходимости автомобилей

Проходимость автомобилей может оцениваться показателями, характеризующими пределы проезжаемости грунта.

Под пределами проезжаемости имеются в виду показатели, которые характеризуют грунт и взаимодействие автомобиля с ним и при которых наступает потеря проходимости, т. е. автомобиль останавливается вследствие буксования или недостаточной мощности двигателя.

Показателями, характеризующими грунт, являются влажность и плотность. Проходимость каждого автомобиля удобнее определять по предельным показателям влажности и плотности грунта, которые определяются в полевых условиях при помощи несложных приборов. Так, зная пределы проходимости для автомобилей по показателям грунта и имея данные разведки о состоянии грунтов в том районе,

где предстоит совершить передвижение, можно установить, какой проходимости должен быть автомобиль.

Следует иметь в виду, что для некоторых грунтов не все показатели являются характерными. Например, на сыпучем песке влажность не является главным показателем проезжаемости, каким она является для других грунтов. Для сыпучих грунтов основным свойством, определяющим проезжаемость, является плотность.

Не зная свойств грунта и характера его взаимодействия с колесами, нельзя определить проходимость автомобиля.

Высокая проходимость автомобилей может быть достигнута только при отличном их вождении. Качество вождения автомобиля по целине определяется, однако, не только умением водителей использовать свойства машины, но и умением использовать основные свойства грунтов.

Оценка проходимости автомобилей по грунтовой целине

Следует различать единичную проходимость — способность одиночных автомобилей двигаться своим ходом в условиях бездорожья по пересеченной местности, по увлажненным и заболоченным участкам, преодолевая отдельные неровности рельефа (при этом допускается снижение скорости на отдельных коротких участках до 5 *км/час*), и проходимость автомобильных колонн — способность автомобилей двигаться многократно по одному следу со скоростью 15—20 *км/час*.

В связи с особенностями режима влажности целины и грунтовых дорог может быть различное сочетание напластования грунта, отличающееся твердостью. Это напластование может состоять из одного и того же грунта, имеющего разную степень увлажнения и уплотнения, и из грунтов разного механического состава.

Возможны следующие напластования грунта (рис. 3):

— грунт однороден на значительную глубину; колея образуется за счет его уплотнения под колесом или выжимания в стороны;

— под слоем мягкого грунта находится плотный грунт; грунт деформируется за счет толщины и состояния верхнего слоя;

— слой мягкого грунта покрыт слоем плотного грунта — дерновый покров, уплотненный движением слой на водонасыщенном основании; в зависимости от толщины верхнего слоя, а также от величины нагрузки грунт деформируется по-разному: при большой толщине верхнего слоя и малой на-

грузке деформация определяется прочностью верхнего слоя; при больших нагрузках прочность определяется в основном несущей способностью нижнего слоя;

— в мягком грунте на значительной глубине от поверхности расположена прослойка более прочного грунта, который деформируется в зависимости от его прочности или от прочности прослойки и подстилающего грунта.

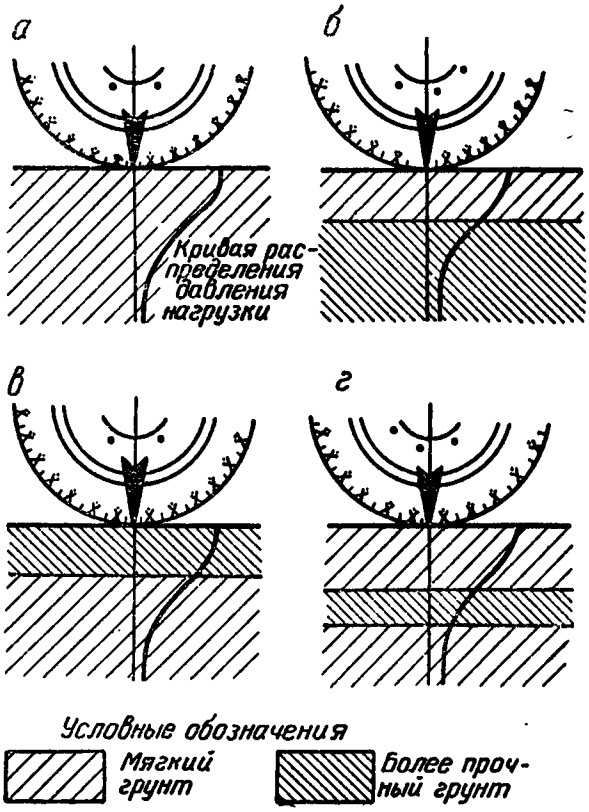


Рис. 3. Схемы напластования грунта по глубине

Рассматривая схемы, представленные на рис. 3, можно прийти к выводу, что случаи *в* и *г* не дадут правильного представления о прочности грунта, определяющей проезжаемость, в том случае, если не будет опробована глубина, соответствующая деформируемой толще грунта. Опытным путем установлено, что зона грунта, воспринимающего вертикальные усилия при движении автомобиля, достигает 40 *см*, а деформация сдвига в грунте распространяется на глубину 15 *см*, определяющую его устойчивость.

При выборе направления колонного пути важно определить, какое количество автомобилей может пройти по данному участку целины или дороги без каких-либо мер усиления. Для этого прежде всего следует определить вероятное наибольшее количество проходов автомобилей по одному следу до посадки машины дифером на грунт.

Оценка свойств грунта для определения возможности проезда автомобилей в полевых условиях по определенному пути проводится простейшими приборами — плотномерами, показания которых характеризуют глубину образующейся колеи и сцепление колес с грунтом (отсутствие буксова-

ния). Усилие, потребное на движение, падает при втором проходе на 25—30%.

Для связных грунтов, обладающих достаточным количеством глинистых частиц, характерно «накатывание», происходящее вследствие работы проходящих колес автомобиля при переходе грунта из состояния избыточного увлажнения к более низкой влажности и заключающееся в постепенном уплотнении грунта по мере потери им влажности. Эффект накатывания особенно значителен от движения тяжелых автомобилей и проявляется в дополнительном увеличении глубины колеи после проезда следующего автомобиля в среднем на 4—6 *см*. Процесс накатывания происходит путем уплотнения частиц грунта под давлением проходящих колес, причем такое уплотнение возможно, пока имеется в порах вода, облегчающая подвижность частиц и уменьшающая трение между ними.

Полевые данные свидетельствуют о том, что влажность грунта в колее после прохода автомобиля всегда уменьшается по сравнению с первоначальной. Например, после проезда 10 автомобилей ГАЗ-63 по одной колее влажность грунта снизилась на 5% по сравнению с первоначальной. При повторных проездах автомобиля по одному и тому же следу уплотненность дна колеи увеличивается.

Возможность проезда автомобиля по грунту зависит от двух главнейших факторов:

— сопротивления движению, заключающегося в колееобразовании;

— сцепления покрышек ведущих колес автомобиля с грунтом.

Глубина колеи под колесом характеризует несущую способность грунта. До Великой Отечественной войны проезжаемость болот оценивалась глубиной погружения в грунт падающей с определенной высоты 2-*м* цилиндрической железной штанги диаметром 2,4 *см* и весом 7,84 *кг*, а также погружением в грунт падающей с той же высоты винтовки. В период Великой Отечественной войны были попытки оценить проезжаемость болот по проходу по ним солдата-разведчика. В последние годы все большее распространение приобретает метод оценки проезжаемости болот и грунтов гиревым ударником. Опытным путем установлена связь между глубиной погружения ударника и проходимостью. Проезд по грунтам, на которых ударник погружается менее чем за пять ударов, является весьма затруднительным.

В настоящее время для оценки проезжаемости грунта используются гиревой ударник, лом-ударник и плотномер конструкции Московского автодорожного института с пружинным динамометром и клиновидным наконечником.

Эти приборы являются равноценными и между их показаниями могут быть установлены зависимости. Наибольшее применение находит гиревой ударник, так как при пользовании им исключается возможность искажений, вносимых наклонным падением стержня и засыпанием пробитого в грунте отверстия.

Однако правильную оценку проезжаемости грунтов можно получить в том случае, если испытанию подвергается вся толща грунта, которая влияет на проезжаемость.

Учитывая, что время, отводимое для выбора направления колонного пути, обычно ограничено, разведка должна быть в основном сведена к определению оценки проезжаемости грунта простейшими приборами.

Вопрос полевой оценки проходимости автомобилей по целине и грунтовым дорогам в периоды распутицы и зимой имеет большое практическое значение. В войсковых условиях, особенно при проведении инженерной разведки путей движения, могут быть рекомендованы следующие методы определения проходимости автомобилей по грунтовой целине.

§ 3. ПОЛЕВЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЕЗЖАЕМОСТИ ГРУНТОВОЙ ЦЕЛИНЫ

Приборы для оценки проезжаемости грунтов

Простейшими приборами для определения проезжаемости грунтов, которыми пользуются в войсковых условиях, являются:

— гиревой ударник;
— лом-ударник;
— плотномер-влагомер инженера Ковалева.

Плотность грунта определяют ломом-ударником и гиревым ударником. Количественную оценку влажности грунта производят плотномером-влагомером инженера Ковалева.

Места опробования грунтов приборами выбираются с таким расчетом, чтобы можно было полнее охарактеризовать качество грунтов целины или пашни на сильно увлажненных участках пути, представляющих затруднения для проезда автомобилей. Места замеров отмечаются точками на карте или схеме с планом маршрута, около которых наносятся средние значения показателей приборов.

В периоды переувлажнения грунта (весной, осенью, в дождливое время) значительно повышается роль инженерной разведки путей, которая в каждой конкретной обстановке должна своевременно определять возможность проезда автомобилей по целине или необходимость усиления слабых участков.

Определение состояния грунта на глаз, т. е. по чисто внешним признакам, под силу, пожалуй, только очень опытному саперу. Поэтому возникает необходимость иметь простейший прибор, пользуясь которым, любой сапер мог бы с достаточной точностью определить, какое количество автомобилей можно пропустить по тому или иному участку дороги без усиления проезжей части. Одним из таких простейших приборов является хорошо знакомый саперам гиревой ударник. Ударник очень портативен и удобен тем, что позволяет опробовать грунт на сравнительно большую глубину, чего нельзя достичь приборами неударного действия.

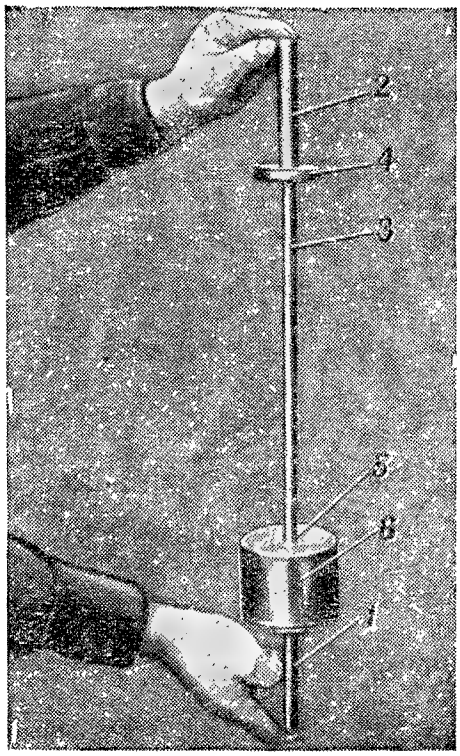


Рис. 4. Гиревой ударник

Трехкратный замер в одной точке занимает всего 2—3 мин., но на слабых грунтах с низкой несущей способностью необходимо в каждой точке производить два — три последовательных замера по глубине с последовательным снятием слоев грунта, что увеличивает время, затрачиваемое на замеры в этих точках в три — четыре раза.

Гиревой ударник (рис. 4) представляет собой стержень круглого сечения длиной около 60 *см*. На стержне имеются два цилиндрических наконечника: более тонкий — штамп *1* и более толстый — ручка *2*. Наконечники отграничены от средней части стержня *3* круглыми шайбами *4*.

На среднюю часть стержня надета осевым цилиндрическим отверстием *5* гиря *6* весом 2,5 *кг*. При замерах гиревой ударник ставится на поверхность грунта в испытуемой точке вниз своим тонким наконечником-штампом. После этого он забивается в грунт ударами гири, падающей с высоты 30 *см*

на нижнюю шайбу, находящуюся над штампом. Для того чтобы произвести замер, нужно встать на правое колено, взять гиревой ударник левой рукой за ручку, установить его нижним концом штампа на поверхность грунта в испытуемом месте так, чтобы направление стержня было вертикальным, и, удерживая ударник в этом положении правой рукой, поднять гирю до верхней шайбы (рис. 5). Затем сле-

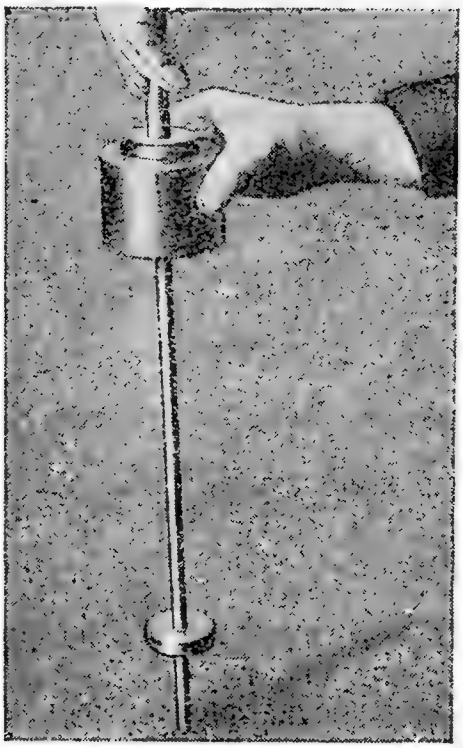


Рис. 5. Гиря в верхнем положении

дует отпустить гирю, которая ударит по нижней шайбе. После этого надо вновь поднять гирю и снова отпустить ее. Удары следует производить до тех пор, пока штамп не погрузится в грунт до нижней шайбы. Количество ударов гири, которое требуется для погружения штампа в грунт, характеризует сопротивление грунта образованию колеи и позволяет получить вероятное количество проходов автомобилей по одному следу до посадки их дифером на грунт. Если для забивки штампа до шайбы потребовалось больше 10 ударов, проезжаемость определяется сразу по количеству произведенных ударов (табл. 2).

Таблица 2

Определение проезжаемости по грунтовой дороге и целине автотранспорта по показаниям гиревого ударника

Количество ударов гири	Ориентировочное количество проходов по одному следу автомобилей грузоподъемностью, *т*		
	2—2,5	3—4,5	5—7
3	2	1	0
4	5	2	1
5	15	5	2
6	30	15	5
7	50	30	15
8	100	50	30
9	200	100	50
10	400	200	100
11	800	400	200
12	1 500	800	400
13	2 500	1 500	800
14	3 500	2 500	1 500
15	5 000	3 500	2 500
16	7 500	5 000	3 500
И более	10 000	7 500	5 000

Если для погружения штампа в грунт до шайбы требуется менее 10 ударов, то это свидетельствует о слабости верхнего 10-*см* слоя грунта, который следует снять лопатой и произвести замер снова. Эта операция повторяется до тех пор, пока или количество ударов гири, вызывающих погружение штампа, не превысит 10, или замеры не будут произведены в слое, находящемся на глубине, равной клиренсу автомобиля (у ГАЗ-63 — 28 *см*, у ЗИЛ-151 —27 *см* и МАЗ-200—29 *см*). В таких случаях необходимо брать среднее арифметическое количество ударов от всех замеров (за исключением явно нехарактерных).

Пример. Штамп ударника погрузился в грунт до шайбы от 8 ударов. Снимаем на месте испытаний слой грунта, через который прошел штамп, толщиной 10 *см* и снова погружаем ударник.

Во второй раз штамп погрузился до шайбы от 7 ударов. Опять снимаем слой грунта, через который прошел штамп, на толщину 10 *см* и снова, в третий раз, погружаем ударник. Штамп погрузился до шайбы от 7 ударов. Берем среднее арифметическое количество ударов при всех замерах $\left(\frac{8+7+7}{3}=7\right)$ и по табл. 2 определяем возможное количе-

ство проходов автомобилей до посадки дифером в испытуемом месте. Оно соответствует однократному проходу 50 автомобилей ГАЗ-63.

Методика разведки проезжаемости маршрута зависит от задачи, состояния маршрута и наличия времени. В тех случаях, когда для инженерной разведки время ограничено, замеры можно производить лишь в некоторых местах, характерных для проезжаемости (целина, пахота, луг, низины, заболоченности, изрезанная колеями дорога и т. д.). На каждом таком месте вследствие малого размера штампа ударника замер необходимо делать в двух — трех точках до получения близких одно другому показаний. В отдельных случаях из-за недостатка времени можно ограничиться замером в одной точке и только в верхнем слое глубиной 10 *см*. При детальной технической разведке, когда времени достаточно, определение проезжаемости гиревым ударником по всему маршруту нужно производить по всем правилам и не реже чем через 1000—2000 *м*. В местах, где производились замеры, необходимо забивать колышки с порядковыми номерами. Те места, где замер был произведен в двух слоях по глубине, должны быть обозначены двумя колышками.

Однако опыт работы с гиревым ударником показал, что его более целесообразно применять на сравнительно плотных грунтах. При использовании же ударника на мягких грунтах его стержень (штамп) нередко погружается на полную глубину, т. е. до нижней шайбы, от одного удара груза, что не дает возможности правильно оценить состояние грунта с точки зрения его несущей способности.

Другим прибором для определения проезжаемости грунта является лом-ударник, который в отличие от гиревого ударника позволяет более точно определять возможность проезда автомобилей по любой грунтовой дороге, а в ряде случаев и по целине.

Лом-ударник (рис. 6) состоит из стального цилиндрического лома *1* диаметром 30 *мм* и длиной около 1,5 *м* и деревянной треноги *2*. На расстоянии 475 *мм* от верхнего (тупого) конца лома сделана кольцевая риска, которая при установке треноги должна быть совмещена с верхним обрезом направляющей втулки; лом при этом должен быть опущен так, чтобы конус его нижнего конца погрузился в грунт. На ломе от указанной риски до верхнего его конца нанесены через каждый сантиметр деления, по которым определяется глубина погружения лома в грунт после падения. На расстоянии 0,5 *м* ниже указанной риски на ломе сделана вторая

кольцевая риска, которая совмещается с верхним обрезом направляющей втулки треноги тогда, когда лом поднят в верхнее положение перед падением. Принцип действия прибора прост. Лом, пропущенный через направляющую втулку треноги и находящийся поэтому в вертикальном положении, руками поднимают настолько, чтобы его нижний,

Рис. 6. Лом-ударник

заостренный на конус конец находился на расстоянии 50 *см* от поверхности грунта. Затем лом отпускают. Под действием собственного веса (8 *кг*) он падает, погружаясь нижним концом в грунт. В зависимости от глубины погружения лома определяют состояние грунта и возможность проезда по нему. Состояние грунта с точки зрения возможности проезда по нему может быть оценено в зависимости от сопротивления, оказываемого грунтом, погружению лома-ударника. При глубине погружения лома-ударника до 4 *см* проезд не ограничен, а при погружении в пределах 14 *см* проезд невозможен.

Показателем плотности грунта является величина погружения лома от одного удара (работа, соответствующая одному удару, равна $0{,}5 \times 8 = 4$ *кгм*). В зависимости от изменения плотности грунта различаются следующие пределы его состояния:

— **плывунное состояние** — при погружении лома от одного удара более чем на 12 *см*;

— **пластичное состояние** — при погружении лома от одного удара на 7—8 *см*;

— **плотное состояние** — при погружении лома от одного удара на 2—4 *см*;

— **твердое состояние** — при погружении лома от одного удара менее чем на 2 *см*.

Для получения показателей проезжаемости участка местности необходимо определить: род грунта и глубину погружения лома в грунт. При достаточной натренированности род грунта по его составу может быть быстро (в 1—2 мин.) определен полевым методом по внешним признакам (см. приложение 1).

По табл. 3, составленной по данным практических наблюдений, можно определить возможность проезда автомобилей различной грузоподъемности по целине и грунтовой дороге. При разведке маршрута замеры при помощи лома-ударника на слабых участках желательно производить не реже чем через каждые 200 *м*.

Таблица 3

Определение возможности проезда автомобилей различной грузоподъемности по целине и грунтовой дороге (до посадки дифером)

Погружение лома-ударника, *см*	Ориентировочное количество проходов по одному следу автомобилей грузоподъемностью, *т*		
	1,5	3	5—7
3—4	Неограниченное движение		
5	100	50	30
6	30—50	15—20	10—15
8	15—20	5—8	2—3
10	6—7	2—3	Одиночное движение
14	2—3	Одиночное движение	Проезд невозможен
15	Одиночное движение	Проезд невозможен	То же
16	Проезд невозможен	То же	„

Для определения возможности проезда одиночного автомобиля по труднопроходимому на вид участку можно использовать обычный лом (весом около 8 *кг*), имеющийся, как правило, на каждой машине. Прежде чем ехать вперед, надо разведать сначала плотность грунта в нескольких местах по направлению движения, опуская лом вертикально с высоты 0,5 *м*. Если лом погружается в грунт на глубину 15—16 *см* и более, то двигаться по такому участку не рекомендуется, потому что машина может застрять.

При инженерной разведке дорог и колонных путей, кроме гиревого ударника и лома-ударника, описанных выше, для быстрой оценки проезжаемости грунтов пригоден плотномер Московского автодорожного института (МАДИ).

Плотномер (рис. 7) по сравнению с другими приборами имеет некоторые преимущества: он портативен и им можно быстро определять прочность грунта. Плотномер МАДИ имеет длину 34 *см*, вес 0,5 *кг*. Наконечник плотномера съемный, имеет вид клина высотой 5 *см* с площадью поперечного сечения у основания 1 *см*^{2}. Рукояткой прибора служит полая трубка, в которой находится динамометр со шкалой на 30 *кг*.

Рис. 7. Плотномер Московского автодорожного института

Прибор имеет особое предохранительное устройство, предотвращающее возможность приложения к нему излишней нагрузки после того, как наконечник погрузится до предельной глубины (5 *см*). Наконечник плотномера присоединен к рукоятке посредством двух пластинок с проложенной между ними пружинкой, благодаря которой между пластинками остается щель. Когда пружинка подходит к пределу, щель сжимается, что и указывает на необходимость прекратить нажатие.

Прибор применяется на грунтах различной влажности. Определение возможности проезда автомобилей в зависимости от плотности грунта производится по табл. 4.

Работа по определению плотности грунта производится при помощи прибора одним сапером. Сапер берет плотномер за рукоятку одной или двумя руками и, плавно нажимая на нее, втыкает клин в грунт до полного его погружения

Таблица 4

Возможность проезда автомобилей по целине и грунтовой дороге в зависимости от плотности грунта

Показание плотномера, *кг/см²*	Количество проходов автомобиля, которое грунт выдерживает без усиления		
	марка автомобиля		
	ГАЗ-51	ЗИЛ-150	МАЗ-200
8	1	0	0
10	2	1	0
12	4	2	1
14	12	4	2
16	15	5	3
18	17	6	3
22	25	10	4
24	30	15	5
26	50	30	15
30	100	50	30
34	200	100	50
40	400	200	100
44	800	400	200
50	1 500	800	400
60	2 500	1 500	1 000

(рис. 8), стараясь держать прибор вертикально, причем вертикальное положение устанавливается на глаз. При этом пружина прибора сожмется. Величина сжатия, зависящая от плотности верхнего слоя грунта, будет отмечена указателем. Для следующего измерения указатель шкалы должен быть возвращен в нулевое положение.

При погружении плотномера по шкале динамометра передвигается кольцо с риской, играющее роль контрольной стрелки. После извлечения прибора из грунта по положению риски на шкале отсчитывается в килограммах усилие, приложенное к плотномеру. Так как площадь поперечного сечения клина при полном его погружении равна 1 *см²*, результат измерения выражается в килограммах на 1 *см²*. Погрузить плотномер на полную глубину удается не всегда. В некоторых случаях шкалы динамометра, рассчитанной на 30 *кг*, хватает лишь на 4, 3, 2 и даже 1 *см* погружения наконечника, поэтому для отсчета при неполном погружении наконечника на нем делаются деления через 1 *см*.

При погружении наконечника на глубину менее 5 *см* величину усилия, отсчитанную по шкале, следует делить на

площадь сечения погруженной части клина, т. е. соответственно на 0,8; 0,6; 0,4 и 0,2 *см*². Таким образом, при полном использовании динамометра и минимальном (1 *см*) погружении плотномера усилие может достичь наибольшей величины:

$$30 : 0{,}2 = 150 \text{ кг/см}^2.$$

Следует учитывать, что суждение о состоянии грунта или дороги по погружению плотномера всего на 5 *см* может быть ошибочным, так как под верхней сухой коркой может оказаться слабый, увлажненный снизу грунт. В этих случаях рекомендуется снять слой лопатой и произвести замер снова. На участках со слабым грунтом замеры необходимо производить в слое на глубине до 28 *см*.

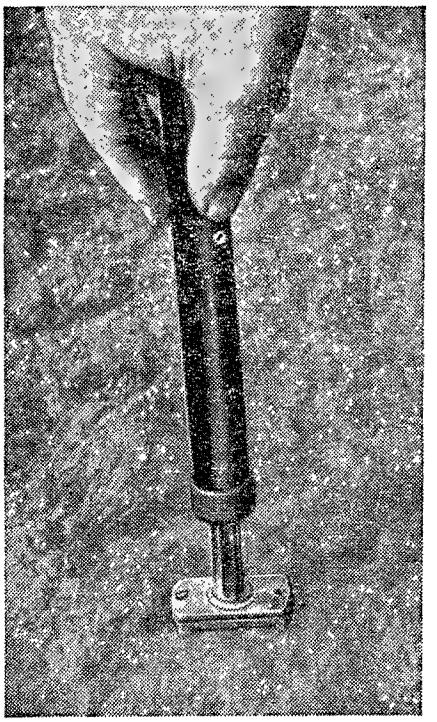


Рис. 8. Погружение плотномера в грунт

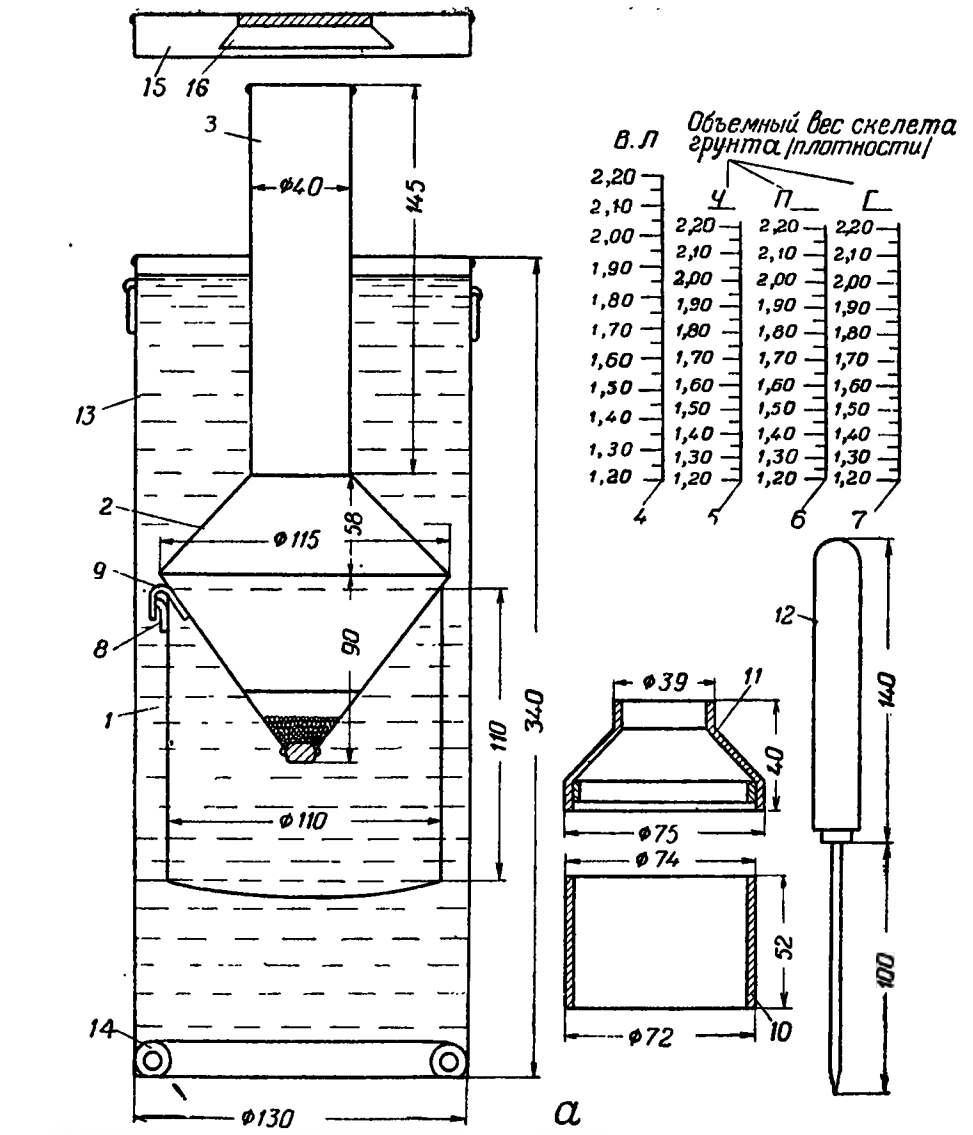
Описание плотномера-влагомера инженера Ковалева

Для быстрого определения влажности грунта пригоден плотномер-влагомер инженера Ковалева.

Определение влажности грунта прибором Ковалева непосредственно в поле занимает 3—5 мин. Конструкция прибора (рис. 9) позволяет изготовлять его непосредственно в войсках.

Прибор плотномер-влагомер основан на принципе гидростатического взвешивания. Принцип действия прибора состоит в том, что при изменении веса поплавка вследствие помещения внутрь него 200 *см*³ грунта поплавок вытесняет объем воды, равный объему поплавка, так что вес воды, вытесняемой погрузившейся частью поплавка и трубки, равен весу данного грунта в объеме режущего цилиндра 200 *см*³.

Прибор можно изготовить из белой или цинковой жести, латуни, алюминия и другого материала, не подверженного коррозии.



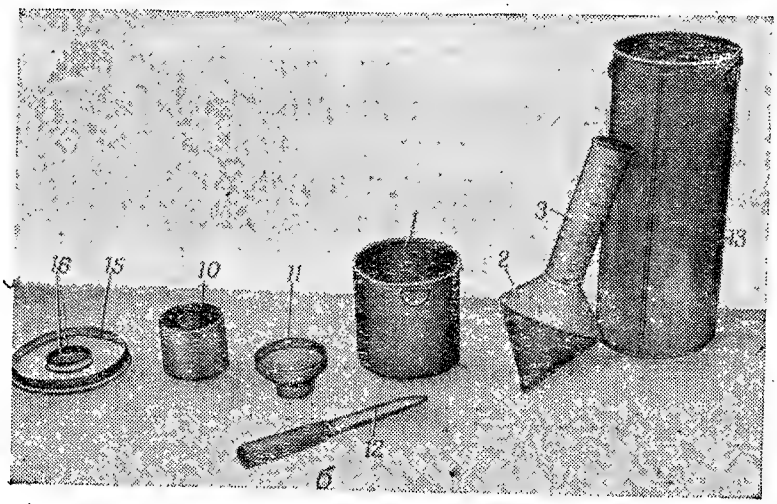


Рис. 9. Плотномер-влагомер инженера Ковалева:

а — схема устройства плотномера-влагомера; *б* — плотномер-влагомер в разобранном виде

Размеры прибора рассчитываются в зависимости от материала. Например, прибор, изготовленный из листового цинка толщиной 0,4 *мм*, имеет габаритные размеры по футляру: высоту 34 *см*, диаметр 13 *см*. Вес прибора около 1 *кг*.

Прибор состоит из двух основных частей: сосуда *1* и поплавка *2* с трубкой *3*. На трубку нанесены четыре шкалы окончательных показателей объемного веса грунтов (*4* — влажных; *5* — черноземных; *6* — песчаных; *7* — глинистых).

Поплавок-трубка соединяется с сосудом посредством трех замков, состоящих из изогнутых пластинок *8*, прикрепленных к сосуду, и крючков *9*, вырезанных в пластинках и прикрепленных к поплавку. Сцепление сосуда с поплавком осуществляется так, чтобы между ними был зазор 1—2 *мм* для свободного поступления воды в сосуд и выхода из него воздуха в закрытом положении.

Вспомогательными принадлежностями к прибору являются: режущий стальной цилиндр *10* для отбора пробы емкостью 200 $см^3$, воронка *11*, изготовленная из листовой латуни толщиной 1,2 *мм*, стальной нож *12*, ведро-футляр *13*, служащий сосудом для воды при испытаниях и футляром для хранения прибора. Чтобы укрепить прибор в футляре, на дно прикрепляется кольцо из резиновой трубки *14* и к крышке *15* приделывается специальное гнездо *16*.

Пользование прибором

Определение объемного веса грунта с естественной влажностью

Для определения объемного веса грунта с естественной влажностью берется проба режущим цилиндром *10* и пересыпается при помощи воронки *11* через трубку *3* во внутрь поплавка *2*. После этого поплавок без сосуда *1* погружают в ведро *13* с водой и грунт распределяют в поплавке так, чтобы трубка стояла вертикально. Уровень воды покажет по специальной шкале *4*, нанесенной на трубку, объемный вес естественновлажного грунта.

Определение объемного веса скелета грунта (плотности)

Скелет почвы — это частицы и обломки горных пород, входящие в состав почвы.

Форма скелетных частиц, их состав дают возможность во многих случаях определить горную породу, из которой обра-

зовалась почва, направление и характер почвообразовательного процесса.

Для определения объемного веса скелета грунта проба из поплавка переносится в сосуд *1*. В сосуде грунт разводят в воде, занимающей приблизительно $^4/_5$ сосуда, до тех пор, пока не останется комков. Затем сосуд *1* соединяют с поплавком-трубкой (*2*, *3*) и погружают в ведро-футляр *13* с водой. Вода через зазор между поплавком и сосудом заполняет остальное пространство сосуда *1*, и прибор погружается на уровень, по которому отсчитывается по соответствующим шкалам *5*, *6*, *7*, нанесенным на трубку прибора, объемный вес скелета грунта (плотность).

Определение естественной влажности грунта

При известном объемном весе скелета почвы $\delta_{сух}$ и объемном весе естественновлажного грунта $\delta_{вл}$ естественную влажность нетрудно подсчитать по формуле

$$\omega = \frac{\delta_{вл} - \delta_{сух}}{\delta_{сух}} 100\%$$

или найти по заранее составленной таблице или номограмме.

Результаты испытаний записываются в книгу-ведомость по следующей форме:

№ по пор.	Место отбора	Наименование грунта (ориентировочно)	Объемный вес грунта с естественной влажностью	Объемный вес скелета грунта (плотность)	Естественная влажность	Примечание

Шкалы прибора рассчитаны так, чтобы охватить всевозможные объемные веса грунтов (1,20—2,20). Точность измерения объемного веса по шкалам — 0,01.

Тарировка прибора

Прибор перед началом испытаний проверяют путем тарировки грузом, равным весу грунта при минимальном объемном весе, т. е. 1,20.

Пустой поплавок должен иметь запас плавучести 240 *г*. Этим условием определяется способ тарировки. Чтобы пустой поплавок опустился в воду до черты, соответствующей началу шкалы 1, 20, необходимо его догрузить до веса 240 *г*.

При определении объемного веса скелета грунта, чтобы уровень воды при погружении в воду прибора без грунта (с целью проверки) устанавливался на черте, т. е. на начале шкалы грунтов 1,20, в сосуд прибора вместо грунта с предполагаемым наименьшим объемным весом 1,20 необходимо положить, как упомянуто выше, тарировочный груз, вес которого в воде равнялся бы весу грунта в воде, т. е.

$$200 \cdot 1{,}20 - \frac{200 \cdot 1{,}20}{2{,}6} = 150 \text{ г}.$$

Этим грузом является вес сосуда *1* и положенный в него режущий цилиндр *10*. Так как вес режущего цилиндра в воде 150 *г*, вес сосуда в воде должен быть 240 — 150 = = 90 *г*.

Время, потребное для тарировки плотномера-влагомера, 5 мин. Следует отметить, что необходимость внесения поправок к определениям возникает в том случае, если вес сосуда в воде и объем режущего цилиндра в данном экземпляре прибора имеют отклонения от принятого эталона. Поэтому при изготовлении прибора необходимо тщательно проверять точность его основных размеров и веса. Надо обратить внимание на возможность внесения существенной ошибки в определение объемных весов при помещении грунта из режущего цилиндра в поплавок, внутри которого остался грунт от предыдущего определения или некоторое количество влаги, что увеличивает вес поплавка. Поэтому внутренность поплавка должна быть тщательно очищена от остатков грунта и насухо вытерта.

Как показывают теоретические расчеты и произведенная проверка, влияние температурного расширения воды, прибора и грунта, обычной минерализации воды, а также допускаемого отклонения фактического удельного веса грунта от принятого для расчета шкал прибора на результаты испы-

таний не сказывается и последние не выходят за пределы требуемой точности измерения 0,01—0,02. По влажности грунта, определенной в полевых условиях прибором инженера Ковалева, можно оценить проходимость автомобиля.

Суглинистый грунт при влажности его свыше 26% является непроезжим для автомобиля с прицепом. Для супесчаного грунта пределом проезжаемости является влажность 23%.

Все приведенные данные относятся к одиночному проходу автомобиля с прицепом. При повторном и многократном движении автомобилей по одной колее силы сопротивления движению, особенно при сильно увлажненных грунтах, как правило, увеличиваются, при слабо увлажненных грунтах — уменьшаются.

Возможность проезда автомобилей по целине и грунтовой дороге в зависимости от влажности грунта ориентировочно можно определить по табл. 5.

Таблица 5

Возможность проезда автомобилей по целине и грунтовой дороге в зависимости от влажности грунта

Естественная влажность грунта, %	Возможность проезда автомобилей грузоподъемностью, *т*		
	2	4	5—7
8—10	Неограниченное движение		
10—15	Движение колонн автомобилей		
15—20	То же		Одиночное движение
22—23	Движение колонн автомобилей	Одиночное движение автомобилей	Проезд невозможен
25—26	Одиночное движение автомобилей	Проезд невозможен	То же
27 и выше	Проезд невозможен	То же	»

§ 4. ДВИЖЕНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ ПО ГРУНТОВОЙ ЦЕЛИНЕ

При движении автомобилей на грунт от колес передаются вертикальные и горизонтальные усилия. Современные отечественные автомобили снабжены пневматическими шинами с внутренним давлением 1,75—6 *атм*. Опыты показывают, что благодаря большой площади контакта шины с деформирующимся грунтом при образовании колеи удельное давле-

ние колеса на грунт значительно ниже внутреннего давления в шине.

При движении автомобиля по целине величина давления колес на поверхность грунта непостоянна. Давление колес на грунт возрастает при наездах на неровности и ударах о грунт после перекатывания через препятствие.

Под действием веса автомобиля под колесами в грунте развиваются напряжения

$$\sigma = \frac{P}{\omega} \quad кг/см^2,$$

где P — нагрузка на колеса в *кг*;

ω — площадь следа колеса в $см^2$.

Нагрузки на колеса и площадь отпечатка колес основных автомобилей приведены в приложении 3.

Когда напряжения оказываются больше, чем может выдержать грунт, происходит смещение частиц грунта, и на поверхности пути появляется след движения колеса — колея. Образование колеи происходит за счет уплотнения грунта под колесом (смятия) и выпучивания его по обеим сторонам колеса в виде двух валиков (гребней). Глубина колеи h складывается из двух величин: истинной глубины h_0 и высоты валика h_1 (см. рис. 2).

Колея образуется при первом проезде колеса по грунту. Последующие проезды автомобилей попадают отчасти в первую колею, отчасти ее деформируют, расширяя и углубляя, а отчасти проходят мимо, образуя новые колеи на нетронутом грунте. Поскольку последующие проходы колес частично проходят по грунту, уплотненному первым проездом, то наиболее глубокой колеей является первая колея, по которой можно судить о состоянии грунта в момент прохода автомобилей. Чем больше глубина колеи после прохождения автомобиля, тем, следовательно, большие усилия были затрачены при движении по данному грунту. Застревания автомобиля обычно происходят в тех случаях, когда колеса чрезмерно погружаются в грунт. Поэтому условия образования на грунте колеи в большой степени характеризуют качество его проезжаемости. Глубина и ширина колеи на грунте определенной плотности зависят от давления колес на поверхность грунта и совпадения следов задних колес со следами передних. Так как у большинства транспортных автомобилей передние колеса первыми прокладывают колею на грунте и ведущими не являются, глубина их погружения в грунт наиболее часто определяет застревание автомобиля

Наиболее трудные условия для движения автомобилей представляет весенний период. Весной грунт увлажнен на большую глубину, достигающую иногда 40—50 *см*. Поэтому, несмотря на относительно небольшие значения влажности с поверхности (25—30%), грунт представляет собой пластическую массу, легко деформирующуюся от колес автомобиля, что вызывает образование глубокой колеи, а следовательно, и значительное сопротивление движению. Величины сил сцепления колес автомобилей на таком грунте, наоборот, очень низкие вследствие низких сцепных качеств грунта.

В весенний период (для суглинистых грунтов) после оттаивания ледяной корки с поверхности целины оттаивает верхний слой грунта. Так как сток обильного количества воды затруднен, то растаявший слой грунта насыщается водой полностью и превращается в жидкую грязь. Проезд автомобилей может совершаться по нижнему, еще не растаявшему слою грунта. Разжиженный грунт не оказывает значительного сопротивления колесам автомобиля, потому что слой грязи невелик и движение совершается без особых затруднений, кроме участков подъемов, где возможно буксование колес. По мере того как происходит дальнейшее оттаивание корки грунта, глубина погружения колес в грунт увеличивается, вследствие чего увеличивается сопротивление проезду и движение автомобилей затрудняется.

Таким образом происходит постепенное ухудшение проезда вследствие увеличения толщины растаявшего слоя и повышения влажности грунта. Коэффициенты сопротивления движению автомобилей на участках пути в весеннюю распутицу достигают значений 0,25—0,30, что превосходит значения этих коэффициентов в сухой летний период на грунтах в пять — шесть раз.

Наконец, после оттаивания всего грунта опоры для колес не имеется и автомобили двигаются по образовавшейся в грунте колее. В этот самый тяжелый период распутицы движение двухосных автомобилей (ЗИЛ-150, ГАЗ-51) прекращается совсем. В весеннее время следует учитывать некоторые особенности задернованных грунтов. По внешнему виду такие грунты кажутся достаточно прочными, на самом же деле под слабым слоем дерна находится влажный пластичный грунт с малой несущей способностью и низкими сцепными качествами; при движении колесных машин дерн прорывается и колеса образуют глубокие колеи (рис. 10).

Осенняя распутица происходит при переувлажнении грунта под влиянием осадков при значительно уменьшившемся испарении. Интенсивность распутиц и сроки их наступления зависят от температурного режима данной мест-

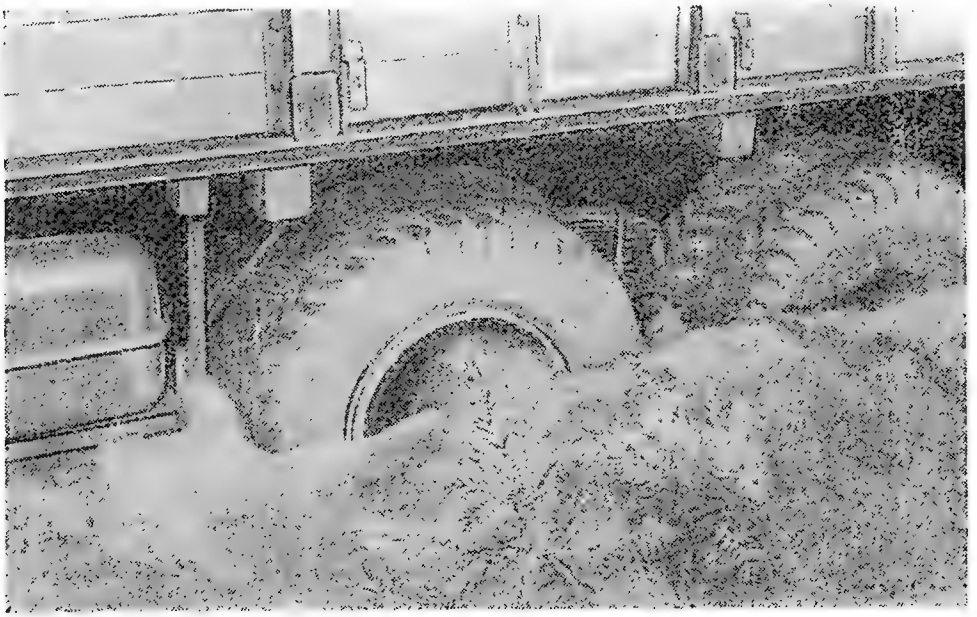


Рис. 10. Движение автомобиля по задернованному грунту

ности в данном году. Общая продолжительность распутицы на суглинистых и пылеватых грунтах колеблется в следующих пределах: осенью 20—25 суток, весной 15—20 суток. На супесчаных грунтах продолжительность распутицы значительно меньше (колеблется в пределах 6—10 суток), чем на суглинистых грунтах.

Все данные по проезжаемости, полученные для весенних условий, пригодны и для грунтов, размокших в периоды дождей. На различных увлажненных суглинистых и супесчаных грунтах установлены ориентировочные пределы, при которых автомобили утрачивали свою проходимость. Эти пределы приведены в табл. 6.

Анализируя значение предельных параметров грунта, приведенных в табл. 6, следует отметить, что они неодинаковы для автомобилей разных типов. Самые высокие показатели по проходимости имеет автомобиль ГАЗ-63. Проходимость автомобилей ГАЗ-63 и ЗИЛ-151 могла бы быть значительно выше при более рациональном распределении их веса по осям.

Таблица 6

Пределы проходимости автомобилей на грунтах (нагрузка на платформы ГАЗ-63—1,5 *т*, ЗИЛ-151—2,5 *т*, ЯАЗ-210Г—4 *т*)

Марка автомобиля	Полотно пути	Предельные показатели грунта	
		влажность, %	плотность (глубина погружения лома), *см*
ГАЗ-63	Целина суглинистая задернованная . .	28	13
ЗИЛ-151	То же	26	12
ГАЗ-63	Клевер на суглинке	25	12
ЗИЛ-151	То же	25	12
ЗИЛ-151	Стерня прошлогодняя супесчаная . . .	23	16
ЯАЗ-210Г	То же	22	10
ЗИЛ-151	Пахота прошлогодняя супесчаная . . .	25	16
ЯАЗ-210Г	То же	23	13
ЗИЛ-151	Полевая дорога суглинистая разбитая	25	8
ЗИЛ-151	Полевая дорога супесчаная	27	7

Установлено, что на слабых грунтах (заболоченные участки, грунты в весеннюю распутицу) проходимость автомобиля ГАЗ-63 лимитируется чрезмерной перегрузкой заднего моста, а автомобиля ЗИЛ-151 — перегрузкой переднего моста.

В результате этого на влажных мягких грунтах под более нагруженными колесами образуется колея большей глубины при полном разрушении дернового слоя, при этом одновременно увеличивается сопротивление движению и снижается усилие по сцеплению, что ухудшает проходимость. Автомобиль ЗИЛ-150 обладает наиболее низкими показателями по проходимости, потому что он имеет один ведущий мост и высокие давления колес на грунт. Практически этот автомобиль не способен двигаться по влажным мягким грунтам.

Автомобиль ГАЗ-51 по проходимости заболоченных участков во многих случаях не уступает автомобилям ГАЗ-63 и ЗИЛ-151, а в некоторых случаях даже лучше их, несмотря на то что автомобиль ГАЗ-51, так же как и автомобиль ЗИЛ-150, имеет один ведущий мост. Это объясняется малым удельным давлением колес на грунт у автомобиля ГАЗ-51. Автомобиль ГАЗ-51 имеет удельное давление на твердом покрытии под передними колесами 3,64 *кг/см*^{2},

а под задними 3,73 *кг/см*², тогда как у ГАЗ-63 и ЗИЛ-151 удельные давления колеблются в пределах 5,14—6,28 *кг/см*². В результате низких удельных давлений колея от проезда автомобиля ГАЗ-51 образуется мелкой, дерновый слой не прорывается, сопротивление движению получается небольшим ($f = 0{,}12—0{,}13$) и, несмотря на невысокий коэффициент сцепления ($\varphi = 0{,}15—0{,}20$), проходимость этого автомобиля вполне удовлетворительная. По сравнению с автомобилем ГАЗ-63 автомобиль ГАЗ-51 на заболоченном участке с неглубоким слоем торфа образует глубину колеи в три раза меньшую, а коэффициент сопротивления движению меньше почти в два раза. Однако из этого не следует делать вывода, что автомобиль ГАЗ-51 во всех случаях более проходим, чем автомобили ГАЗ-63 и ЗИЛ-151. При встрече небольших препятствий в виде старых дренажных канав, болотных кочек или при движении по слабозадернованному грунту одноприводной автомобиль ГАЗ-51 не может сравниваться с автомобилями повышенной проходимости. Автомобиль ГАЗ-51 имеет почти одинаковую нагрузку на передние и задние колеса. Так, нагрузка на каждое переднее колесо составляет 758 *кг*, а на каждое заднее 726 *кг* (при нагрузке в кузове 1,5 *т*). Такое распределение веса оказалось наиболее благоприятным в отношении проходимости. С точки зрения деформации грунта и сопротивления движению необходимо, чтобы передние колеса были нагружены немного меньше задних, потому что они при движении по мягкому грунту производят первоначальное уплотнение грунта, а задние колеса движутся уже по уплотненному грунту, поэтому на них можно допустить большую нагрузку. Но эта разница не должна быть большой, так как на опыте развески ГАЗ-63, где задние колеса перегружены по сравнению с передними на 70% (а по удельным давлениям эта перегрузка составляет 22%), проходимость ухудшается.

Практика показывает, что по мере повторения проходов автомобилей по одному следу осадки за каждый проход и сопротивления движению уменьшаются, потому что по мере увеличения количества проходов автомобилей (до некоторого предела) грунт уплотняется все сильнее и сильнее и его несущая способность увеличивается. Дальнейшие проходы практически не приводят к дополнительным осадкам, поэтому водители стремятся двигаться по следу впереди идущего автомобиля. Именно поэтому при движении по целине автомобильной колонны на головной автомобиль назна-

чается наиболее опытный водитель. От того, как он поведет автомобиль по колонному пути, во многом зависит движение всей колонны.

§ 5. ПРОХОДИМОСТЬ АВТОПОЕЗДОВ

Автомобиль или тягач вместе с прицепом называется автопоездом.

При движении автомобиля даже с полной нагрузкой мощность двигателя, как правило, полностью не реализуется. Максимальное использование мощности двигателя грузовых автомобилей может быть достигнуто применением прицепов.

Производительность автомобиля с прицепом в 1,5—2 раза выше производительности автомобиля без прицепа. Большое распространение имеют прицепы специального назначения, такие, как артиллерийские орудия, походные и передвижные мастерские, жилища, автолавки и т. п.

Практика эксплуатации показала, что эффективность использования прицепов зависит главным образом от их соответствия работающим с ними автомобилям или тягачам в отношении конструкции и веса.

Важным фактором для проходимости автопоезда является совпадение колей прицепа и буксирующего его автомобиля.

Потребная ширина проезда автопоезда по сравнению с шириной проезда автомобиля без прицепа увеличивается (примерно) в 1,5—2 раза на малых радиусах поворота. Под устойчивостью автопоезда имеется в виду движение автопоезда без раскачивания и опрокидывания прицепа. При движении автопоездов буксируемые прицепы могут раскачиваться, что особенно сильно нарушает устойчивость автопоезда при высоких скоростях движения.

Для обеспечения удовлетворительной проходимости автопоездов по труднопроходимым участкам целины и средней скорости движения (порядка 20 *км/час*) по колонным путям максимальный вес буксируемых прицепов не должен превышать: за автомобилем ГАЗ-63 — 1,5 *т*; за автомобилем ЯАЗ-210Г — не более 5 *т*; за автомобилем ЗИЛ-151 — не более 2,5 *т*.

При современных мощностях двигателей к автомобилям должны быть присоединены прицепы (для обеспечения проходимости по труднопроезжаемым участкам целины) весом не более $^1/_4$ от веса груженого автомобиля. С такими прице-

пами автомобили могут двигаться на колонных путях со средней скоростью 10—12 *км/час*.

Опыт эксплуатации автопоездов показал, что на мягких (влажных) грунтах почти не бывает случаев, когда двигатель перестает работать, т. е. глохнет, но всегда бывает буксование; из этого следует, что сцепные качества автомобилей недостаточны.

Оценка проходимости автопоездов может производиться по почвенным картам соответствующих районов и сведениям главным образом о влажности грунта и распределении ее по глубине. При этом следует ориентироваться на следующие показатели грунтов, которые являются предельными для автопоездов:

— суглинистые и супесчаные грунты непроходимы при влажности свыше 20% на глубину более 15 *см*;

— заболоченные участки непроходимы при влажности верхних слоев 140—200%.

Для проезда автопоездов по грунту, имеющему влажность выше предельных норм, необходимо применять те или иные приспособления для повышения их проходимости (см. главу третью настоящей книги).

Глава вторая

ДВИЖЕНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ МЕСТНОСТИ

§ 1. ПРОХОДИМОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ ПО ЗАБОЛОЧЕННЫМ УЧАСТКАМ И БОЛОТАМ

В боевой обстановке часто может возникнуть необходимость движения автоколонн и отдельных машин по заболоченным участкам местности и болотам. Различают собственно болота и заболоченные участки местности. Все избыточно увлажненные земельные площади, не имеющие слоя торфа или покрытые слоем торфа менее 30 *см* в неосушенном состоянии, называются заболоченными участками. Преодоление заболоченных участков представляет наибольшую трудность и в основном определяется плотностью поверхностного торфяного слоя.

Например, автомобиль ГАЗ-63 теряет проходимость на всех заболоченных участках при плотности торфяного слоя 18—22 *см*. Из этого следует, что для определения проезжаемости аналогичных участков различными автомобилями на практике достаточно при помощи лома-ударника определить плотность разведываемого заболоченного участка и сопоставить ее с табличными данными (табл. 7), справедливыми только для плотнозадернованных заболоченных участков. Если при определении плотность торфа меньше плотности, указанной в табл. 7 для определенных автомобилей, то участок может быть пройден соответствующим автомобилем. При этом плотность грунта можно определить, даже не имея специального прибора — лома-ударника, а применяя обычный лом, имеющийся в ЗИП автомобиля. Опуская лом в вертикальном положении с высоты 0,5 *м* и определяя глубину его погружения в *см*, можно достаточно точно установить плотность участка. При отсутствии дерна или при наличии редкого дерна предельные показатели грунта уменьшаются в несколько раз по сравнению со значениями, приведенными в табл. 7, поэтому такие участки обычно непроходимы,

Таблица 7

Предельные показатели проезжаемости на заболоченных участках

Характеристика участка	Марка автомобиля	Нагрузка на платформу, *т*	Предельные показатели грунта	
			влажность, %	плотность (глубина погружения ломаударника), *см*
Торфяное болото на суглинистом основании	ГАЗ-63	1,5	180—200	18—20
	ГАЗ-63	0	230—260	20—21
	ЗИЛ-151	3,5	165—180	17—18
	ЗИЛ-151	0	180—220	18—20
Заболоченная пойма реки с торфяным покровом на супесчаном основании	ГАЗ-69	4 чел.	290—300	29—32
	ГАЗ-51	1,5	200—250	20—21
	ЗИЛ-150	2,0	145—190	17—19
	ЗИЛ-151	2,0	200—240	19—20
	ЗИЛ-151	2,5	140—200	16—20
	ГАЗ-63	1,5	200—250	22—23
Мшистое кочковатое болото на песчаном основании	ГАЗ-69	4 чел.	640	22—23
	ГАЗ-51	1,5	350	16—18
	ЗИЛ-150	2,0	300	14—18
	ГАЗ-63	1,5	380—430	19—22
Торфяное болото на суглинистом основании с глубоким слоем торфа (более 1,0 *м*)	ГАЗ-63	1,5	120—160	20—22
	ЗИЛ-151	2,5	110—130	18—20
	ГАЗ-51	1,5	120—160	20—22

Повысить проходимость автомобилей по заболоченному грунту можно снижением давления в шинах. Наглядно это подтверждается наблюдениями, проведенными над автомобилем БАВ. Число проходов автомобиля по одному следу на одном участке местности при снижении давления повышалось в два — три раза. Зависимость числа проходов автомобиля БАВ от давления в шинах приведена в табл. 8.

Таблица 8

Количество ударов гири болотного плотномера	Число проходов автомобиля по одному следу	Давление в шинах, *атм*
7	4	3
7	11	0,8
9	5	3
11	8	1,5

Болотом называется избыточно увлажненный участок земной поверхности, покрытый слоем торфа глубиной не менее 30 *см* в неосушенном и 20 *см* в осушенном виде.

Болота образуются разными способами: заболачиванием лесов и лесных пожарищ, заболачиванием лугов, зарастанием и заторфовыванием водоемов. Особенно легко заболачиваются леса, вырубки и лесные пожарища, а также суходольные луга на плоских водоразделах.

По своей несущей способности болота подразделяются на три основных типа:

— торфяные болота, заполненные сплошь торфом до твердого минерального дна;

— сапропелевые болота, в которых слой торфа подстилается полужидким слоем ила (сапропелем);

— сплавинные болота с зыбким торфяным ковром на воде.

Перед преодолением болота необходимо тщательно разведать условия его образования, строение и состав болотных отложений.

Наиболее опасными в отношении проезжаемости являются сапропелевые и сплавинные болота, которые лучше обходить, так как преодоление их требует затраты больших сил, средств и времени. Автомобиль, движущийся по поверхности таких болот, может своей тяжестью разорвать сплавину (торфяной ковер) и погрузиться в воду. Торфяные болота с оторфованными слоями (более 1,0 *м*) представляют бо́льшие трудности для движения, чем такие же болота с менее глубоким оторфованным слоем.

Кроме классификации болот по несущей способности, разведчику необходимо уметь различать болота по источнику их питания водой, а именно:

— низинные болота — грунтового питания;

— верховые болота — атмосферного питания;

— переходные болота — смешанного питания.

Весовые влажности торфа в верховых и низинных болотах отличаются между собой. Так например, в низинных болотах весовая влажность колеблется в пределах от 100 до 600%, а в верховых она доходит до 2500% и более. Это зависит от различной влагоемкости торфов низинного и верхового болот.

Для практических целей удобно характеризовать влажность торфа по четырехбалльной системе, приведенной в табл. 9.

Таблица 9

Характеристика влажности торфа

Вид торфа	Весовая влажность болота, %		
	низинного	переходного	верхового
Осушенный	100—150	300—500	1000
Неосушенный, средней влажности	150—300	300—800	800—1500
Влажный	300—500	500—1000	1000—2000
Очень влажный	Более 500	Более 1000	Более 2000

Наличие на болоте карликовых чахлых сосен указывает, что болото верховое, находится в последней стадии своего развития и что торф расположен на значительной глубине.

Наличие смешанного леса — березы, осины, сосны — указывает на сравнительно небольшую толщину торфа. Болота без кустарника и леса, но покрытые бурыми мхами, имеют бо́льшую глубину торфа, чем болота травяные, поросшие осокой и тростником.

Кроме рассмотренных болот, есть мшистые кочковатые болота, которые отличаются небольшим слоем торфа (не более 0,6 *м*) и мощным ковром дерна, прикрывающим торфяной слой, по которому могут свободно двигаться легкие автомобили (ГАЗ-69 и ГАЗ-51 — среднее удельное давление до 3,7 *кг/см*^{2}).

Автомобили с большими удельными давлениями (ГАЗ-63 и ЗИЛ-150 — среднее удельное давление порядка 6,2 *кг/см*^{2}) прорезают дерн и, образовав колею на глубину торфяного слоя, двигаются по песчаному основанию.

Место перехода (рис. 11) выбирается в наиболее узком, сухом и по возможности мелком участке болота. Для выбора места перехода через болота требуется провести инженерную разведку. Для разведки специально назначается подразделение под руководством офицера.

В задачу подразделения входит:

— уточнить на местности заданное место перехода;

— определить путем зондирования геологическое строение, т. е. принадлежность болота к одному из трех указанных выше типов;

— установить плотность торфа;

— определить глубину болота.

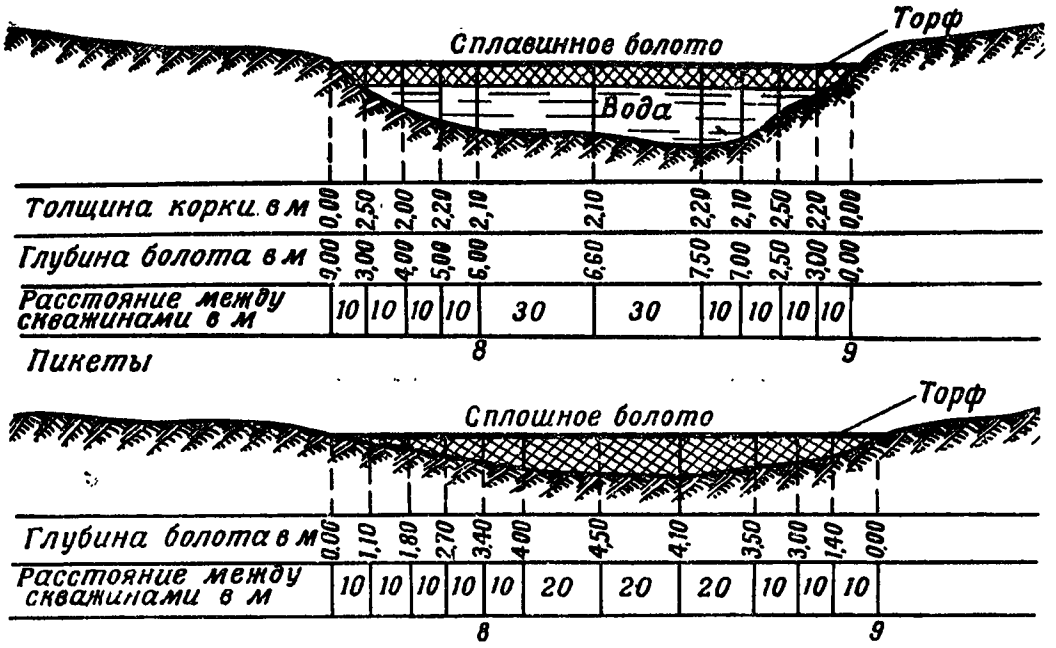


Рис. 11. Продольный профиль болота в месте перехода

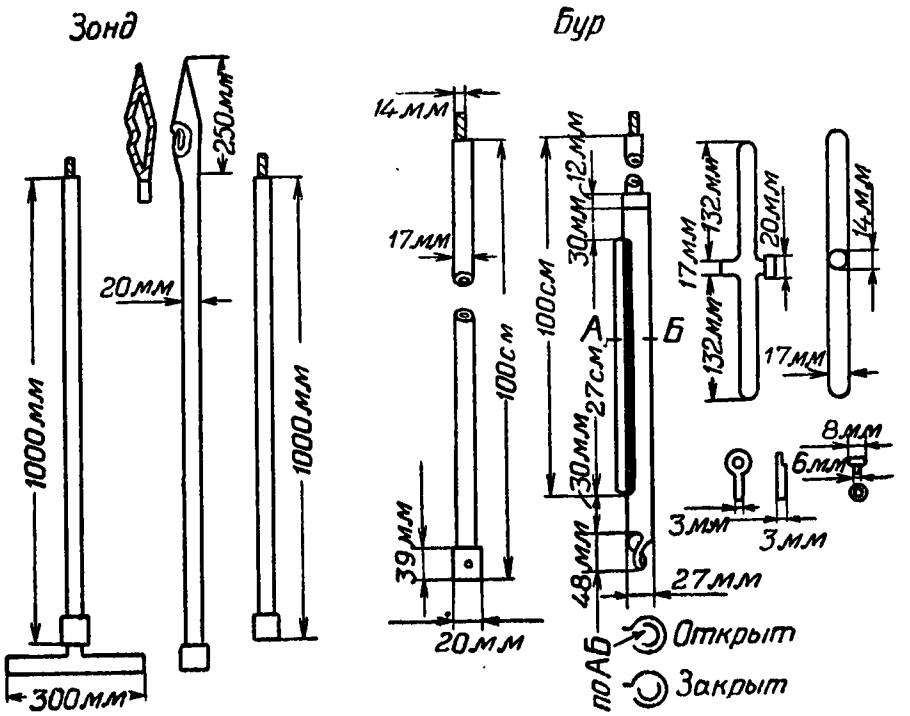


Рис. 12. Бур. Зонд

Глубина болота измеряется шестом диаметром 3—4 *см*. Если шест короток, его скрепляют проволокой с другим таким же шестом. На конец шеста надевают металлический наконечник.

Наконечником извлекают образцы грунта со дна. Зондирование небольших болот протяжением до 200 *м* производится в трех точках — по краям и в центре. Большие по размерам болота следует бурить зондом или буром через 100 *м* (рис. 12). Плотность торфа в болоте определяется по табл. 10.

Таблица 10

Определение плотности торфа

Состояние торфа	Показатели	Допустимое давление, *кг/см²*
Очень плотный (слабо увлажненный)	При сжатии торфа в руке не чувствуется уменьшения его объема, вода не выделяется, масса не растекается	1,0
Плотный (среднеувлажненный)	При сжатии торфа в руке чувствуется некоторое уменьшение объема, вода выделяется, но не стекает с руки, масса почти не продавливается	0,75
Рыхлый (увлажненный)	При сжатии торфа в руке заметно значительное уменьшение его объема, вода выделяется каплями, масса продавливается	0,55
Очень рыхлый (сильно увлажненный)	При сжатии торфа в руке вода выделяется струйкой, масса продавливается	0,25
Текучий (жидкий)	Мзаса полностью продавливается сквось пальцы	0,12

Для определения проезжаемости заболоченных участков и болот можно пользоваться болотным плотномером (рис. 13), который состоит из стержня длиной 63 *см*, сечением 1 *см²* (диаметр 1,13 *см*), по которому свободно перемещается гиря весом 1,0 *кг*. Габариты гири и шайбы не имеют принципиального значения, но удобнее иметь гирю диаметром 5—6 *см*, а шайбу диаметром 3—4 *см*. При разведке прибор устанавливают нижним концом в точку, где необходимо произвести измерение, и, удерживая его левой рукой приблизительно в вертикальном положении, правой поднимают гирю на высоту 30 *см*, затем отпускают. На рас-

стоянии 20 *см* от нижнего конца стержня укреплена шайба. На расстоянии 10 *см* от верхнего конца стержня укреплена вторая маленькая шайба. Ударами гири о нижнюю шайбу наконечник забивается в болото. Число ударов, необходимое для погружения наконечника на полную глубину

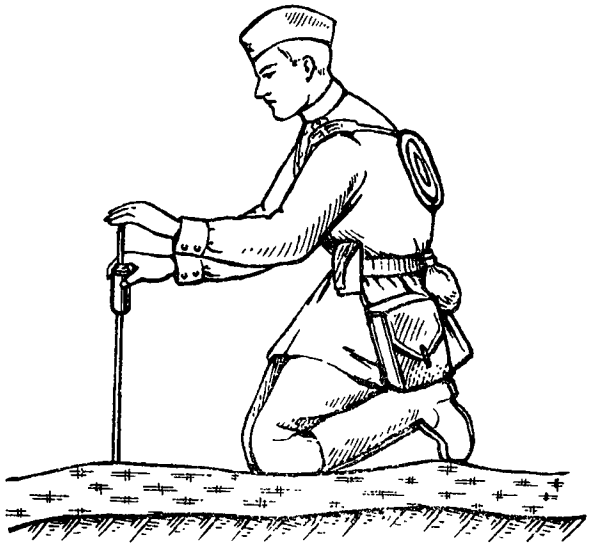


Рис. 13. Определение плотности торфа болотным плотномером

(20 *см*), является характеристикой прочности заболоченного участка, по которой определяется число возможных проездов автомобилей.

Оценка проходимости автомобилей по заболоченным участкам приведена в табл. 11.

Таблица 11

Оценка проходимости машин по заболоченным участкам

Количество ударов гири болотного плотномера	Ориентировочное количество проходов автомобилей по одному следу				
	марка автомобиля				
	ГАЗ-69	МАВ	ГАЗ-63	ЗИЛ-150	ЗИЛ-151
8	1	Проезд невозможен			
12	4	2	Проезд невозможен		1
14	12	7	1	1	3
18	20	14	5	3	6
21	30	20	11	8	12
30	39	27	18	12	20

Проезжаемость болот зимой улучшается от толщины их промерзания и неровностей поверхности.

Моховые болота, слабо облесенные, с кочками, грядами или буграми имеют лед разной толщины.

Безлесные, сильно обводненные болота и заболоченные участки покрываются зимой ровным слоем льда, имеющим равномерную толщину, что улучшает движение по их поверхности.

Болота и заболоченные участки с ольховым лесом иногда не замерзают зимой. Движение по ним возможно только по дорожным покрытиям так же, как через водотоки и участки болот около выхода ключей.

Движение автомобилей по болотам допускается при толщине их промерзания на глубину 12—15 *см*. Толщина промерзания болота измеряется наконечником через пробитые лунки диаметром 6—10 *см* в количестве не менее трех с каждой стороны от оси проезда. Погружение наконечника на одинаковую глубину (20 *см*) свидетельствует о прочности грунта и возможности проезда автомобилей.

§ 2. ПРОХОДИМОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ ПО ПЕСЧАНЫМ УЧАСТКАМ

Песчаные участки значительно усложняют условия эксплуатации автомобилей.

Сыпучие песчаные грунты оказывают большое сопротивление движению автомобилей. Автомобили двигаются по песчаным участкам с низкой скоростью, колеса автомобилей буксуют, вращаются неравномерно, рывками, вследствие чего и автомобиль движется рывками. Двигатели автомобилей работают на больших оборотах, перегреваются. Износ двигателей значительно возрастает из-за плохой работы воздушных фильтров и системы охлаждения, не приспособленных к работе в жарком климате.

При уменьшении нагрузки на платформах автомобилей движение автомобилей улучшается, но незначительно: движение становится спокойнее, рывки уменьшаются, возрастает скорость. Небольшие участки труднопроходимых песков (50—100 *м*) могут преодолеваться автомобилями, но с большой затратой времени (20—40 мин.).

Песчаные участки пути небольшой протяженности преодолеваются на той же передаче, которая была включена при подъезде к участку. При большой длине участка с сыпучим

грунтом водителю надо заранее выбрать низшую передачу, на которой можно преодолеть весь участок, и двигаться по нему с постоянной скоростью, не останавливая автомобиля и не переключая передачи. Колонна автомобилей, следующая за головным автомобилем, должна двигаться по проложенной им колее.

При выборе направления колонного пути в пустынях следует по возможности избегать участков сыпучих песков, прокладывать трассу по закрепленным растительностью участкам песков со спокойным рельефом и обходить открытые песчаные участки. На участках грядовых песков наиболее выгодным является проложение трассы вдоль гряд, в промежутках между ними. Ось трассы рекомендуется удалять от гряд или барханов не менее чем на двухкратную их высоту.

В случае вынужденной остановки автомобиля на песке трогаться с места надо плавно, чтобы не вызвать смещения слоев песка, находящихся под ведущими колесами. Резкий рывок вызовет смещение слоев песка и буксование колес. Если машина начнет буксовать в песке, не следует пытаться выбраться из него, потому что длительное буксование приводит к разрушению грунта. В таких случаях необходимо расчистить лопатой колеи для передних колес, а под задние колеса подложить доску, сучья и т. п. или полить песок водой, так как мокрый песок значительно уменьшает сопротивление движению и увеличивает силу сцепления песка с покрышками колес. Трогаться надо на первой передаче, не допуская буксования колес.

Для увеличения площади соприкосновения шин с песчаным грунтом, т. е. для уменьшения углубления колес в песок, можно временно уменьшить давление воздуха в камерах шин ведущих колес.

§ 3. ПРЕОДОЛЕНИЕ ПОДЪЕМОВ И СПУСКОВ

Преодоление подъемов и спусков является одним из элементов, характеризующих проходимость автомобилей. Максимальная величина угла подъема может определяться либо мощностью двигателя автомобиля, либо сцеплением ведущих колес автомобиля с грунтом. Если конструкция автомобиля определяет главным образом предельный угол подъема, допускаемый двигателем (при надежном сцеплении с почвой), то качество и состояние грунта определяют предельный угол подъема, допускаемый сцеплением.

Предельная величина угла подъема по двигателю для каждого автомобиля постоянна (при данной передаче в коробке передач) и определяется тактико-технической характеристикой автомобиля.

На мягких грунтах угол подъема лимитируется обычно не мощностью двигателя, а сцеплением колес с грунтом, поэтому максимальный угол подъема определяется не столько мощностью двигателя, сколько физико-механическими свойствами грунта.

Максимальные углы подъема автомобилей, определенные в зависимости от физико-механических свойств грунта, приведены в табл. 12.

Таблица 12

Максимальные углы подъема автомобилей на грунтах

Марка автомобиля	Нагрузка в кузове, *т*	Полотно пути	Влажность грунта, %	Плотность грунта, *см*	Максимальный угол подъема, град.
ГАЗ-63	1,5	Целина суглинистая	16	5	27
ГАЗ-63	—	Сыпучий песок	4	12—14	8
ЗИЛ-151	2,5	Целина супесчаная с дерновым покровом	22	8	24
ЗИЛ-151	—	Целина суглинистая	18	6	20

Предельные по сцеплению углы подъема на грунтовых участках преодолеваются при движении на низшей передаче с включенным передним мостом. Переключение передачи или увеличение скорости движения автомобиля влечет за собой буксование машины на подъеме.

Практически проходимость автомобиля по косогору ограничивается сползанием автомобиля вбок. Немаловажную роль в процессе сползания играет боковой увод шин, который зависит от нагрузки на колесо, давления в шинах и других причин.

На суглинистом грунте предельный угол бокового крена (по боковому сползанию без опрокидывания) для автомобиля ГАЗ-63 при нагрузке в кузове 1,5 *т* и влажности грунта 16% составляет 27°. Определять предельные углы подъема следует при помощи уклономера П. Ф. Слепчука. Уклономер, разработанный Слепчуком, превосходит по своим качествам уклономер Субботина.

Уклономером Слепчука (рис. 14) можно измерять углы от 0° до ±90°.

Уклономер Слепчука состоит из корпуса, который выполнен в форме пустотелого алюминиевого полудиска радиусом 5 *см*, шкалы, стрелки, тормозного устройства и цилиндрического визира.

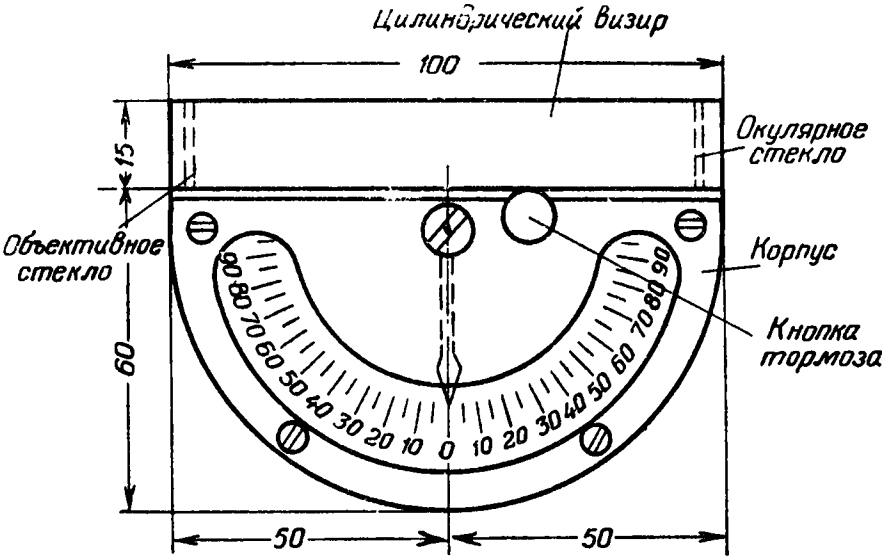


Рис. 14. Уклономер Слепчука

На одной из стенок корпуса имеется смотровое окно, закрытое прозрачным целлулоидом или плексигласом и служащее для наблюдения за величиной измеряемого угла по шкале, находящейся внутри корпуса. В качестве шкалы использован обыкновенный металлический транспортир. Величину измеряемого угла показывает стрелка, находящаяся внутри корпуса. Она плотно закреплена на оси и вместе с ней свободно подвешена над шкалой. В нерабочем положении ось стрелки при помощи простейшего тормозного устройства прижимается к стенке корпуса. Для того чтобы освободить стрелку, надо нажать кнопку, имеющуюся на стенке корпуса, на которой расположено смотровое окно. На противоположной стенке имеется таблица для перевода величин уклонов из градусов в проценты.

К корпусу прикреплен цилиндрический визир — алюминиевая трубка диаметром 1,5 *см* и длиной 10 *см*. На концах трубки находятся стекла (окулярное и объективное), удерживаемые стопорными кольцами. Окулярное стекло прикрыто непрозрачной диафрагмой, которая имеет в центре визирное отверстие диаметром 3 *мм*. На стекло объектива

нанесено перекрестие из двух взаимно-перпендикулярных нитей.

Для определения величины угла (уклона местности) надо взять уклономер в правую руку так, чтобы большой палец лежал на кнопке тормозного устройства, а остальные пальцы — на противоположной стенке корпуса, и навести визир на выбранную точку местности, нажимая все время на кнопку тормозного устройства, для того чтобы освободить стрелку. При этом корпус уклономера должен быть в вертикальном положении, обеспечивающем свободное перемещение стрелки по шкале.

При совмещении точки пересечения нитей на стекле объектива с точкой на местности, относительно которой определяется угол, кнопку тормозного устройства нужно отпустить, при этом стрелка моментально застопорится и укажет на шкале величину измеряемого угла. Такой уклономер может быть изготовлен непосредственно в войсках.

§ 4. ПРЕОДОЛЕНИЕ РЕК И РУЧЬЕВ ВБРОД

Движение автомобиля по целине сопряжено с необходимостью преодоления водных препятствий. Преодолевать водные препятствия можно при помощи устройства переправ (бродов).

Бродом называется мелководный участок реки, который можно перейти по дну.

Переправа через водное препятствие автомобилей зависит от его глубины (табл. 13), скорости течения воды, прочности грунта дна и очертания берегов.

Таблица 13

Глубина преодолеваемого автомобилями брода с твердым дном при скорости течения воды до 2 *м/сек*

Марка автомобиля	Глубина брода, *м*
ГАЗ-67Б	0,7
ГАЗ-69	0,6
ГАЗ-51	0,65
ГАЗ-63	0,70[1]
ЗИС-5	0,60
ЗИЛ-150	0,80
ЗИЛ-151	0,80
МАЗ-200	1,00

[1] Брод глубиной до 1 *м* преодолевается при снятом ремне вентилятора.

Возможность устройства брода определяется на основании данных разведки участка реки в районе предполагаемой переправы.

Разведка должна определить наличие мелких мест на водном препятствии, скорость течения воды и ее глубину на этих местах, прочность дна и его рельеф, нет ли ям, промоин, могущих помешать устройству брода, и состояние подходов к броду. Кроме того, должно быть выявлено наличие местных строительных материалов для устройства брода.

Брод может быть обнаружен по тропинкам или путям, подходящим к реке с обеих сторон. Естественные броды и мелкие места, удобные для устройства бродов, чаще всего бывают на перекатах, т. е. на прямых участках реки, где река обычно расширяется. Неглубокие места могут быть обнаружены по мелкой ряби на поверхности воды при ветре. В местах, намечаемых для устройства брода, должны быть сделаны промеры глубины воды. Промеры делаются как по оси брода через 1,5—2 *м*, так и по обе стороны от него на расстоянии от оси не менее 3,0 *м*. Измерение глубины воды производится при помощи шеста, рейки и т. п. После выбора места для устройства переправы производится оборудование брода. Оборудование переправы вброд заключается в устройстве съездов и в проведении работ по планировке, укреплению дна брода и уменьшению его глубины.

Наибольший допустимый угол на съездах не должен превышать при твердом грунте 25%, при слабом 10%. Съезды к броду должны быть по возможности прямолинейными, так как на подъемах и спусках управление машинами затруднено. Ширина съездов делается не менее 7,0 *м*, для того чтобы обеспечить объезд застрявших машин и устранить возможность образования пробок.

Работы по планировке дна брода заключаются в выравнивании поверхности путем срезания неровностей и засыпки ям, промоин или воронок крупным песком, гравием, камнем или каким-либо другим местным материалом, а также путем укладки фашин, заполненных камнем, или мешков с грунтом с последующей засыпкой их слоем крупного песка или гравия толщиной 10—15 *см*. Укреплять дно брода следует в тех случаях, когда оно образовано из слабых грунтов (ил, илистые и глинистые пески и т. п.), имеющих в увлажненном состоянии недостаточную несущую способность.

Укрепить дно брода со слабым грунтом (для переправы колесных машин) можно укладкой коротких дощатых щитов.

Короткий дощатый щит (рис. 15), приспособленный для механизированной укладки, состоит из шести досок сечением 5 × 16 *см*, расположенных параллельно продольной оси щита и скрепленных двумя поперечными и двумя стыковыми планками. Кромки стыковых планок округлены. Соединение отдельных щитов между собой производится

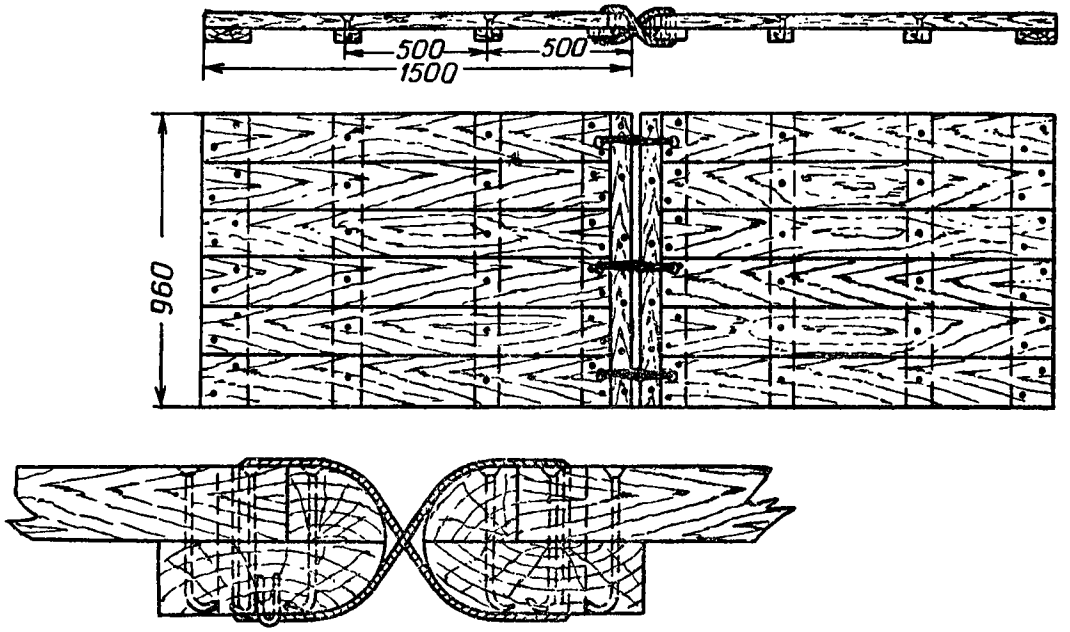


Рис. 15. Общий вид короткого дощатого щита

заблаговременно при помощи проволочной скрутки в виде «восьмерки», что позволяет складывать щиты в виде «гармошки» для перевозки и последующей их укладки. Для скруток может использоваться колючая проволока, отожженная и освобожденная от колючек. В кузове автомобиля щиты, собранные «гармошкой», устанавливаются в два ряда с небольшим наклоном к переднему борту.

Укладка покрытия на дно брода при помощи простейшего приспособления производится движением автомобиля задним ходом. До укладки щиты правой и левой колей покрытия при помощи троса подводятся под задние колеса автомобиля. После того как щиты будут подтянуты под колеса, автомобиль, двигаясь задним ходом, наезжает колесами на щиты, перетягивая их из кузова, и укладывает под колеса по направлению движения. При этом направляющими ребрами, имеющимися на приспособлении, щиты раздвигаются на требуемую величину межколейного промежутка. Дно брода укрепляется также путем выстилки его

деревянными щитами, матами из накатника или фашинами Щиты для выстилки брода (рис. 16) изготовляются заблаговременно. Каждый такой щит состоит из продольных лежней диаметром 15 *см*, поперек которых уложен сплошной настил из жердей диаметром 8—12 *см*, длиной не менее 5 *м*. Сверху настил прижимается колесоотбойными брусьями, прочно скрепленными с лежнями проволокой.

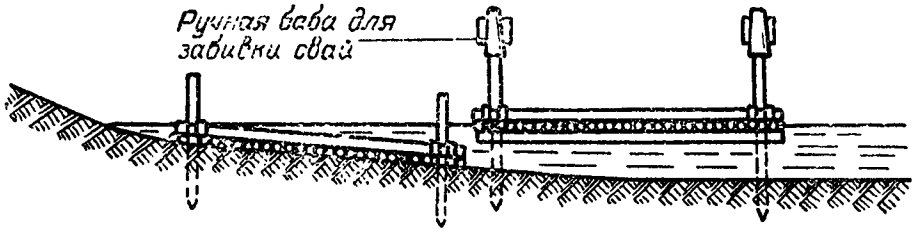


Рис. 16. Щиты для выстилки брода

Готовые щиты спускают на воду и на плаву доставляют к месту их установки. Затем каждый щит пришивают по углам ко дну заершенными деревянными сваями диаметром 14—16 *см* с бобышками для удержания его от всплывания (рис. 17).

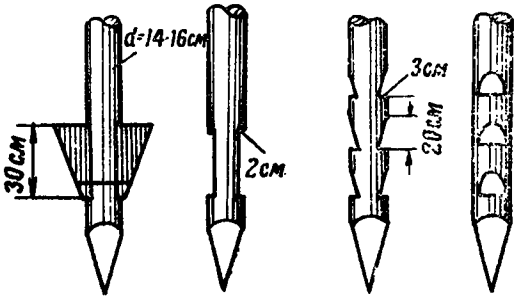


Рис. 17. Сваи, удерживающие щиты от всплывания

Донные щиты могут устраиваться также в виде гибких полотнищ. Такие щиты состоят из жердей, связанных между собой тросами в полотнище шириной не менее 5 *м* и длиной, равной длине брода. Готовое полотнище буксируется по воде на место укладки и прикрепляется ко дну реки в нескольких местах заершенными сваями с бобышками для удержания полотнища от всплывания (рис. 18). Места сопряжений съездов с подводной частью брода при слабых грунтах от частого увлажнения проезжающим транспортом быстро портятся, разрушаются и затрудняют проезд. В этих случаях съезды на протяжении около 5 *м* укрепляются россыпью

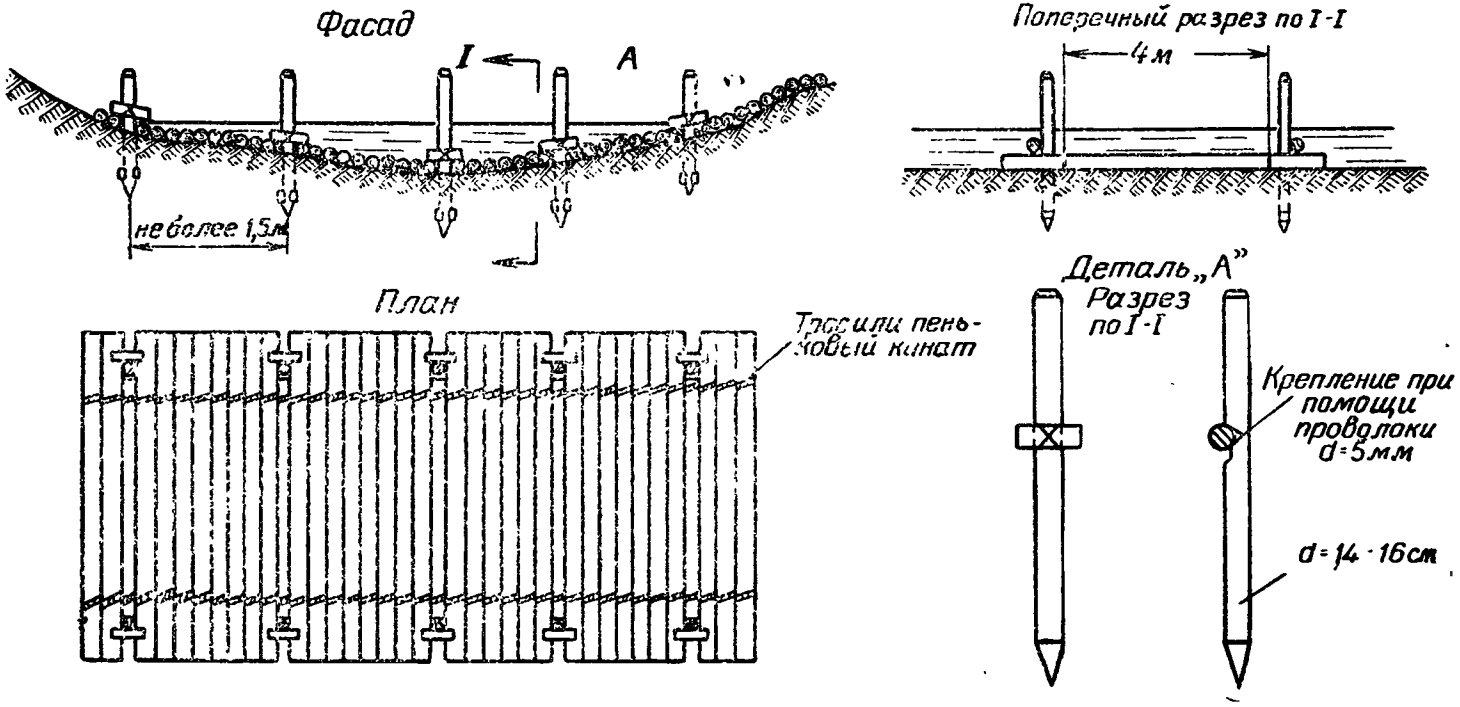


Рис. 18. Гибкие полотнища для укрепления дна брода

слоя гравия, щебня, кирпичного боя толщиной 5—10 *см* или устройством жердевой выстилки.

Направление брода (рис. 19) отмечается постановкой по краям проезда вех, возвышающихся над поверхностью воды на 20—30 *см*. В тех случаях, когда для укрепления дна брода укладываются деревянные щиты, направление брода указывают концы заершенных свай, которыми щиты пришиваются к грунту.

Направление движения автомобилей по броду следует намечать под углом к течению реки с отклонением в низовую сторону, чтобы при переправе автомобилей избежать заливания водой радиаторов.

При переправе вброд автомобили должны двигаться на низшей скорости, чтобы не создавать впереди машины волны. Рекомендуется также выключать вентилятор путем снятия ремня во избежание попадания воды в мотор. При движении по броду ни в коем случае нельзя переключать передачу, так как это может привести к остановке мотора.

Для переезда одиночных автомобилей через водные преграды выбирают место с песчаным или каменистым дном и отлогими берегами. Признаком илистого дна служат темные пятна, видимые через поверхность воды. Убедившись в твердости дна и измерив глубину, водитель должен включить первую передачу и медленно въезжать в воду. Во избежание забрызгивания водой карбюратора и электроприборов необходимо закрыть радиатор до половины фанерой или сложенной вчетверо газетой. Переправляться необходимо по заранее намеченному пути при ровной подаче газа. После того как передние колеса выйдут на берег, следует увеличить подачу газа и выехать из воды. В холодную погоду, при морозе после переезда вброд через незамерзающий ручей надо, не останавливая машины и не переключая скорости, попеременно нажимать на ножной и ручной тормоза и так проехать 80—100 *м*. Это необходимо для прогрева барабанов и удаления попавшей в барабаны и тормозную систему воды.

При переезде колонны автомобилей через брод сзади идущая машина начинает переправу только после выхода на противоположный берег впереди идущей машины. Вытягивание застрявших на броде машин производится мощным тягачом.

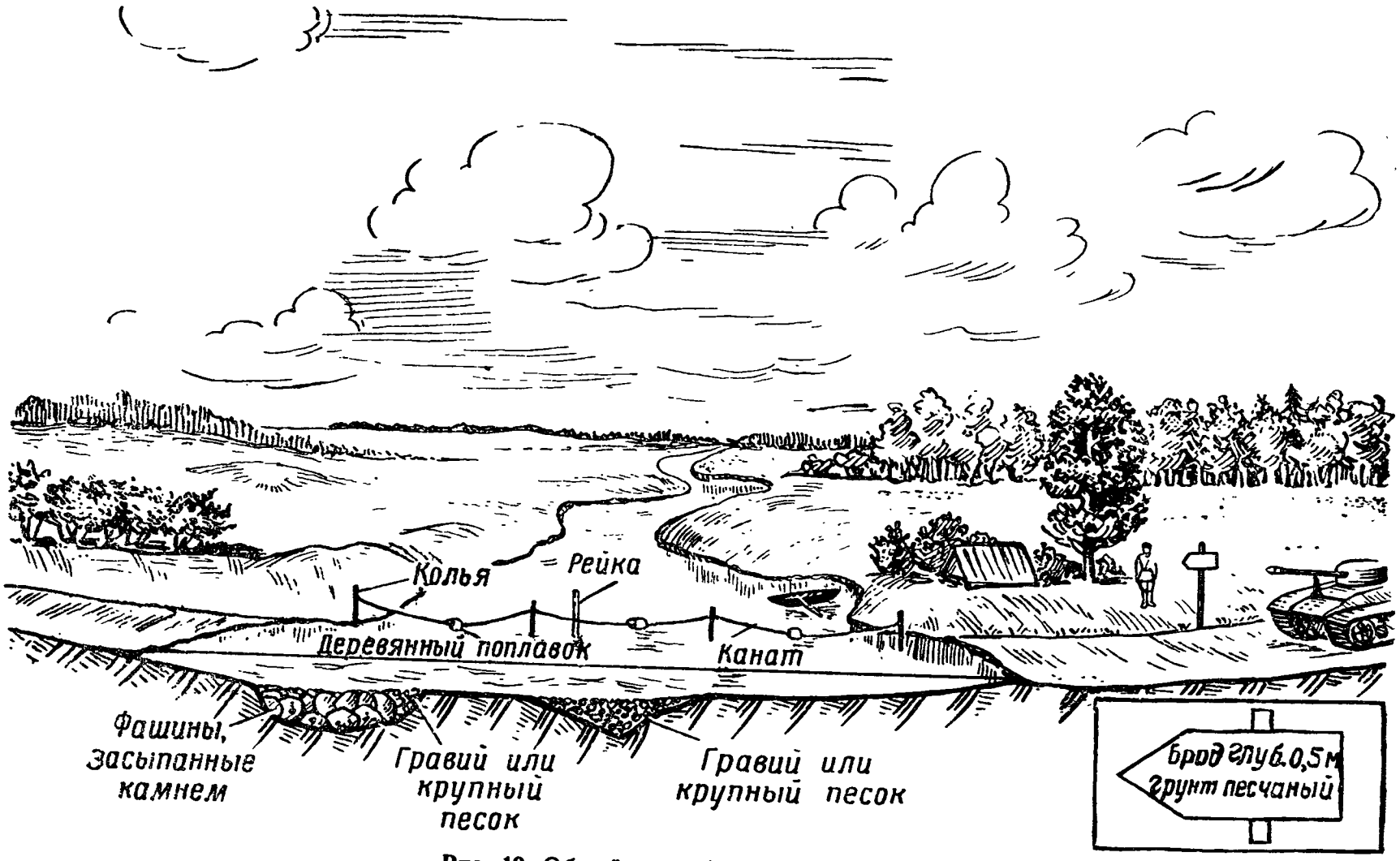


Рис. 19. Общий вид оборудованного брода

§ 5. ДВИЖЕНИЕ ПО МЕСТНОСТИ, ПОРОСШЕЙ КУСТАРНИКОМ И МЕЛКОЛЕСЬЕМ

Лесные массивы при плотности около 400 деревьев на 1 *га* и толщине деревьев 20 *см* для автомобилей непроходимы. Менее густой лес может быть проходим для мощных автомобилей на глубину до 300 *м*. Места свежих вырубок с пнями высотой более 0,4 *м*, расположенными на расстоянии 3—5 *м*, для автомобилей любого типа непроходимы. Прежде чем преодолевать участки, поросшие кустарником и мелколесьем, надо тщательно разведать намечаемый путь.

Разведка выявляет наличие пней, валежника и других препятствий, которые могут помешать прохождению автомобиля. Она также определяет, сможет ли автомобиль без ущерба смять и преодолеть кустарники и мелкие деревца. Если в этом нет уверенности, лучше попытаться найти объезд.

Перед въездом в кустарник стекла фар и радиатор ограждаются от возможного повреждения. На фары можно прикрепить доску или куски фанеры, а поперек радиатора укрепить две — три доски. Ехать надо осторожно, на первой передаче, но при средних оборотах двигателя. В случае если на пути встретится более крупное деревце, его надо срубить топором под самый корень. Необходимо также тщательно следить за тем, чтобы не наехать на скрытые кустами пень или бревно.

Глава третья

СРЕДСТВА И СПОСОБЫ, ПОВЫШАЮЩИЕ ПРОХОДИМОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ ПО ГРУНТОВОЙ ЦЕЛИНЕ

Средствами повышения проходимости называются различные приспособления, которыми оборудуются автомобили, а также различные устройства на путях движения автомобилей, предназначенные для увеличения их проходимости по местности.

Средства повышения проходимости рассчитываются на однократное или многократное использование. Они могут быть табельными (звенчатые цепи, металлические дорожные покрытия и др.) и изготовленными из подручных материалов. Применение средств, повышающих проходимость автомобиля, сокращает время проезда, а также дает возможность экономить топливо. Любое средство повышения проходимости эффективно лишь в определенных дорожных условиях. Вот почему офицеры и водители боевых и транспортных автомобилей должны хорошо знать средства и способы повышения проходимости и умело использовать их в каждом конкретном случае.

§ 1. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОХОДИМОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

Повышать проходимость автомобилей по труднопроходимым участкам пути можно установкой сдвоенных колес на передний мост и снятием внешних колес с задних мостов.

Установка сдвоенных колес на передний мост автомобиля повышает его проходимость на мягких влажных грунтах, особенно для автомобилей с перегруженными передними колесами.

Звенчатые цепи.

Стандартные звенчатые цепи бывают односкатные и

двухскатные и применяются в зависимости от типа колес автомобиля. Цепи удерживаются от проскальзывания силой трения между цепью и покрышками колес. Как табельное средство они всегда возятся на автомобиле. После накатывания машины ведущими колесами на цепи они замыкаются простейшими замками.

Звенчатые цепи являются эффективным средством повышения проходимости на скользких дорогах при всех типах рисунков шин автомобилей. На мягких грунтах (пахота, рыхлая целина, заболоченные участки и пески) звенчатые цепи эффективны только для автомобилей, имеющих шины с мелким рисунком; на шинах же с крупным рисунком звенья цепи залегают во впадины между грунтозацепами и почти не оказывают никакого действия.

На заболоченных участках звенчатые цепи на автомобиле ГАЗ-51 с гладкими шинами существенно увеличивают его проходимость.

При движении автомобилей по сыпучим пескам звенчатые цепи, надетые на ведущие колеса автомобиля, существенного влияния на проходимость не оказывают.

Траковые цепи. Траковые цепи представляют отдельные башмаки корытообразного профиля, скрепленные между собой планками. Расстояние между башмаками может изменяться постановкой соединительных планок разной длины. Крепление траковой цепи к колесу производится пальцами и соединительными планками, а также замками, которые продеваются в окна, имеющиеся в дисках колес.

Траковые цепи повышают сцепные качества автомобиля, но вместе с тем повышают и сопротивление движению. Кроме того, траковые цепи громоздки в эксплуатации и требуют значительного места при транспортировке. С надетыми траковыми цепями нельзя допускать движения автомобиля даже по коротким участкам дорог с твердым грунтом. Траковые цепи способствуют ускоренному износу протектора покрышек.

Вывод автомобиля с места застревания

Прежде чем выбрать способ вытаскивания застрявшего автомобиля, нужно правильно оценить положение застревания и возможность использования подручных средств.

Вывод автомобиля с места застревания может быть осуществлен:

— с помощью личного состава;

— использованием лебедки автомобиля;

— вытаскиванием застрявшего автомобиля вспомогательным автомобилем.

1. Помощь личного состава.

При вытаскивании машины вручную грунт перед колесами расчищается и делается попытка самостоятельного выхода автомобиля.

При небольших глубинах колеи (до 15 *см*) легкие автомобили типа ГАЗ-63 обычно выходят самостоятельно или при подталкивании личным составом.

Помощь личного состава в количестве 8—10 чел. для автомобилей ЗИЛ-151 и ЯАЗ-210 неэффективна.

2. Лебедка автомобиля обеспечивает самовытаскивание его во всех трудных случаях застревания, но для ее применения необходимо наличие местных предметов или создание искусственных упоров для зацепления троса. В большинстве случаев такими упорами являются отдельные деревья или придорожные столбы. В качестве упора может быть использован любой заторможенный автомобиль.

3. При отсутствии лебедки в тяжелых случаях застревания применяется автомобиль — буксир. Как правило, автомобили вытаскиваются однотипными машинами. Автомобили ЯАЗ-210 чаще всего вытаскиваются гусеничными машинами. При всех способах вытаскивания нельзя допускать бесполезной работы двигателя застрявшей машины, особенно на больших оборотах, до тех пор, пока не будут подготовлены условия для ее вытаскивания. Застрявшую машину можно вытащить также при помощи бревен, подбиваемых между двумя скатами задних колес. Для облегчения наезда колес на бревна можно соединить колеса с концами бревен тросом. После того как машина продвинется на расстояние, равное длине бревна, трос автоматически освободится.

Для вытаскивания застрявшей машины нужно повысить сцепление ведущих колес с грунтом и одновременно освободить передние колеса. Для уменьшения буксования ведущих колес под них подкладывают пучки веток, доски, битый камень и т. п.

§ 2. СПОСОБЫ, ПОВЫШАЮЩИЕ ПРОЕЗЖАЕМОСТЬ ГРУНТОВОЙ ЦЕЛИНЫ

Проезжаемость грунтовой целины может быть обеспечена следующими способами:

— срезанием верхнего размокшего слоя грунта (простружкой);

— планировкой (выравниванием) поверхности грунта;

— усилением грунта различными дорожными покрытиями;

— закреплением (стабилизацией) естественно залегающего грунта.

Срезание верхнего размокшего слоя грунта (простружка)

Проезжаемость колонного пути может быть достигнута легкой простружкой полотна грейдером с удалением слабого грунта от середины к краям. Таким способом обнажается нижний, плотный, слой грунта. Колеса автомобиля после простружки пути движутся по твердому грунту, имеющему достаточную несущую способность.

На участках с неуплотненным грунтом (пашни) колонный путь покрывается сплошным слоем жидкой грязи равномерной толщины. Для улучшения проезжаемости грязь сгребают с полосы проезда в стороны. При срезании верхнего размокшего слоя грунта колонный путь приобретает корытообразное очертание, способствующее застою воды и быстрому образованию нового слоя грязи. Поэтому удалять грязь на протяжении периода распутицы неизбежно приходится несколько раз, причем эффективность этого способа постепенно уменьшается. Сгребание производится проходами грейдера. Хорошие результаты дает использование танкового снегоочистителя, имеющего специальную лыжу.

Сгребание широко применялось в период Великой Отечественной войны для обеспечения проезда по грунтовым дорогам на 2-м и 3-м Украинских фронтах. При простружке грейдерами колонного пути для получения требуемого профиля необходимо делать несколько проходов.

Обеспечение проезда способом простружки, как правило, создает однопутную дорогу, поэтому этот способ повышения проезжаемости требует весьма четкого регулирования движения.

Бесперебойное продвижение войск и техники по колонному пути в период распутицы обеспечивается правильной эксплуатацией его. Для противодействия быстрому образованию колей движение проходящих по колонному пути автомобилей должно регулироваться по ширине проезжей полосы. Движение по глубоким колеям может быть обеспечено на некоторое время срезкой возвышающегося между колеями грунта, мешающего движению автомобилей. Срезка этого грунта на глубину 10—12 *см* производится грейдером.

Порядок выполнения работ по прострижке грунта танковым снегоочистителем

Для выполнения работ по прострижке грунта танковый снегоочиститель оборудуется специальной лыжей (рис. 20).

Экипаж танка производит монтаж специальной лыжи на снегоочиститель за 5 мин. Лыжа позволяет регулировать толщину срезаемого слоя грунта от 5 до 15 *см*. Установка лыжи производится до начала работ в зависимости от плот-

Рис. 20. Танковый снегоочиститель, оборудованный специальной лыжей

ности грунта и ровности его поверхности. Будучи смонтированной на носовой части плуга, лыжа служит его передней опорой. Благодаря шарнирной подвеске рабочего органа лыжа копирует поверхность грунта и ограничивает заглубление ножей снегоочистителя в грунт. На вертикальном ребре плуга для крепления к нему лыжи имеются четыре отверстия: 0; 5; 10; 15. В средней части лыжи имеются две щеки с отверстиями «0—10» и «5—15», при помощи которых лыжа монтируется на вертикальном ребре плуга. Порядок совмещения этих отверстий для получения определенной толщины срезаемого слоя указан в табл. 14.

Таблица 14

Толщина срезаемого слоя грунта, *см*	Отверстия	
	на лыже	на вертикальном ребре плуга
0	0—10	0
5	5—15	5
10	0—10	10
15	5—15	15

С установленной на высоте 5—10 *см* лыжей снегоочиститель осуществляет простружку на твердых и средних грунтах. При работе на слабых грунтах лыжа устанавливается на высоте 15 *см* от нижней кромки ножей. При наличии на поверхности грунта большого количества кочек, бугров, выемок и пр., особенно на твердых грунтах, для получения ровной поверхности пути требуется двукратное срезание грунта по одному следу.

Снегоочиститель, двигаясь вдоль намеченной оси колонного пути, срезает слой грунта обеими сторонами отвала на ширину 3,2 *м*. Уширение колонного пути до 4,2 снегоочиститель производит одной стороной отвала. При этом должно

Рис. 21. Вид участка колонного пути после прохода танкового снегоочистителя

быть обеспечено перекрытие на 0,5 *м* ранее простроженной полосы частью работающей стороны отвала.

При работах на уширение колонного пути рабочий орган снегоочистителя устанавливается с наклоном 3—5° в сторону срезаемой полосы. Время перевода рабочего органа снегоочистителя из нормального положения в наклонное 1—2 мин.

Работа по простружке полотна колонного пути снегоочистителем производится в основном на второй передаче.

На участках местности, имеющих плотный дерновый покров, производить простружку проезжей полосы колонного пути нецелесообразно, так как снятие дерна приведет не к улучшению, а к ухудшению проезда. В этих случаях необходимо производить не простружку, а укладку по дерновому слою дорожных покрытий.

На рис. 21 показан участок колонного пути после прохода танкового снегоочистителя.

Планировка (выравнивание) поверхности грунта

На участках колонного пути, проходящих по пашням, огородам и картофельным полям, следует производить выравнивание (планировку) проезжей полосы. Для выполнения планировочных работ применяется автогрейдер или грейдер с тракторным тягачом. Обычно только после двух проходов автогрейдера (грейдера) по одному и тому же следу качество пути получается удовлетворительным.

Наиболее выгодными установками угла захвата отвала автогрейдера являются:

— при работе на целине — угол 45°;

— при работе на грунтовой дороге — угол 60°.

Угол резания во всех случаях установки минимальный (у автогрейдера Д-144 он равен 45°).

За два заезда по одному следу автогрейдер (грейдер) срезает слой грунта толщиной 6—10 *см* на полосе шириной 2,3—2,8 *м*. Уширение полосы до 4—5 *м* достигается повторными параллельными заездами автогрейдера (грейдера). Автогрейдер производит планировку полосы (по пашне) шириной 4—5 *м* со средней производительностью 0,5 *км/час*. На грунтовой дороге производительность может достигать 1,0 *км/час*. Порядок работы автогрейдера (грейдера) по планировке поверхности колонного пути приведен на рис. 22.

Автогрейдер, двигаясь по одну сторону от оси пути, срезает грунт ножом тонкой (3—5 *см*) равномерной стружкой. Второй автогрейдер срезает грунт по другую сторону от оси

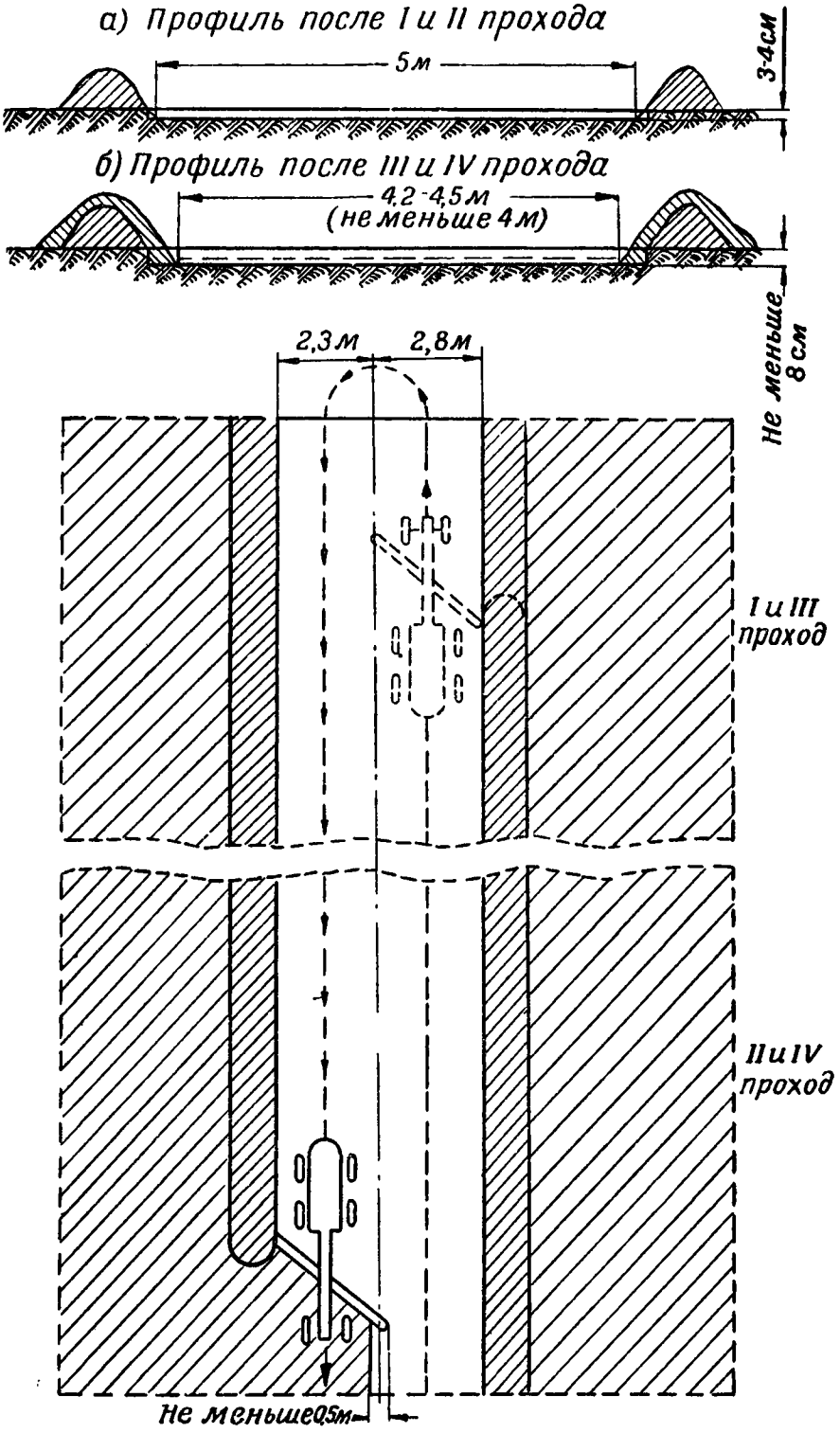


Рис. 22. Схема проходов автогрейдера при планировке поверхности колонного пути

пути, при этом первая полоса должна перекрываться не меньше чем на 0,5 *м*.

Установка отвала и ширина захвата ножа автогрейдера Д-144 в зависимости от плотности грунта приведены в табл. 15.

Таблица 15

Установка отвала и ширина захвата ножа автогрейдера Д-144

Грунт	Установка отвала		Ширина захвата ножа, *м*
	угол резания, град.	угол в плане, град.	
Легкий	45	60	3,0
Средний	45	50	2,8
Тяжелый	45	45—35	2,6—2,3

Расчистка трассы пути от кустарника, пней и отдельных деревьев может производиться кусторезом.

Кусторез при движении срезает заподлицо с поверхностью земли кустарник, деревья диаметром до 25 *см*, кочки и другие неровности.

После прохода кустореза за ним остается расчищенная полоса шириной 3,5 *м*, пригодная для движения автотранспорта. В некоторых случаях для выравнивания проезжей полосы требуется произвести засыпку ям, небольших воронок и других неровностей.

Земляные работы на трассе пути выполняются бульдозерами и заключаются:

— в засыпке траншей, ходов сообщений и других подобных препятствий;

— в засыпке воронок и неглубоких оврагов;

— в устройстве спусков к бродам и местам переправ.

Засыпка траншей и ходов сообщений для устройства через них проходов шириной 5—6 *м* производится за счет грунта брустверa.

При прокладывании колонного пути воронки, как правило, следует обходить. При необходимости их засыпка производится бульдозером следующим образом. Вначале бульдозер ссыпает в воронку грунт, имеющийся у бровки воронки. Затем воронка засыпается на неполную глубину. Работа бульдозера при неполной засыпке больших воронок с устройством пологих аппарелей производится в следую-

щем порядке (рис. 23). На подходе к воронке путем послойной отрывки траншей и перемещения грунта в воронку устраивается аппарель шириной, равной длине отвала бульдозера. Затем производится разработка необходимого количества грунта в боковом резерве (последовательность разработки на схеме показана цифрами) с одновременным пере-

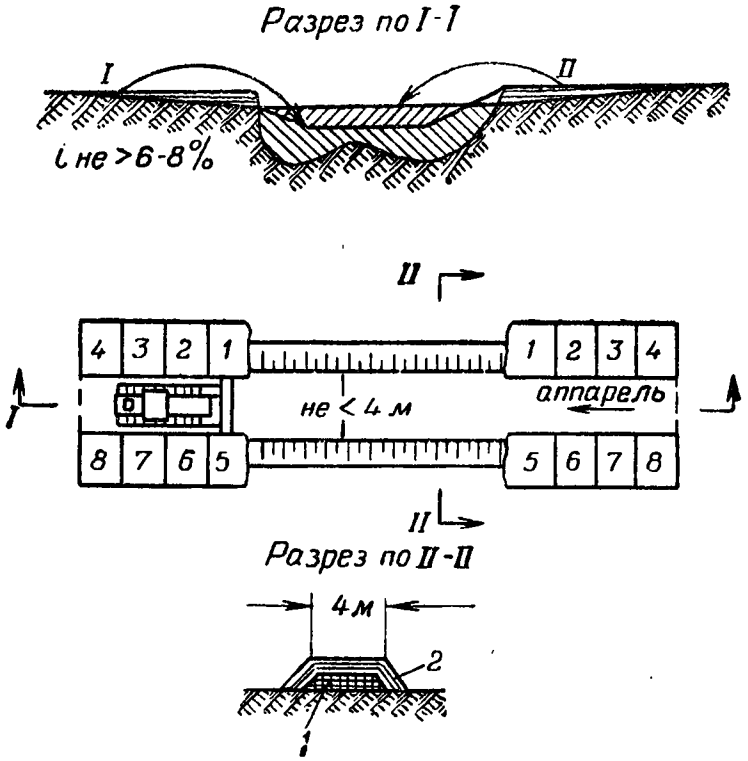


Рис. 23. Порядок засыпки бульдозером воронок и ям

мещением его на аппарель. Далее последовательными проходами бульдозера грунт перемещается в воронку с укладкой в ней слоями на весь ее диаметр. По отсыпанной таким образом насыпи бульдозер задним ходом переходит на противоположную сторону. На противоположной стороне работа выполняется в таком же порядке. Перемещаемым грунтом наращивается насыпь перехода до размеров, обеспечивающих одностороннее движение.

Для выполнения работ по планировке колонных путей могут использоваться вышеуказанные средства механизации.

Наибольший успех работ по планировке пути достигается комплексным использованием группы машин, обеспечивающей планировку пути за один заезд в одном направлении. Состав группы машин, создаваемой для планировки пути,

зависит от характера местности, свойств грунта, наличия дорожных машин и принятой схемы работ.

В качестве основных машин для планировки пути в состав группы могут быть включены тяжелый автогрейдер Д-144, бульдозер или танковый снегоочиститель.

Работа группы машин в составе бульдозера и двух автогрейдеров организуется следующим образом (рис. 24). Впереди движется бульдозер, подготавливающий выбранную разведкой полосу проезда. В подготовку пути входит: валка отдельных деревьев, корчевка пней, срезка кустарника, уборка валунов и удаление их с полосы проезда, засыпка воронок, выемок и срезание бугров, кочек и других неровностей. За бульдозером двигаются уступом два автогрейдера, которые производят планировочные работы.

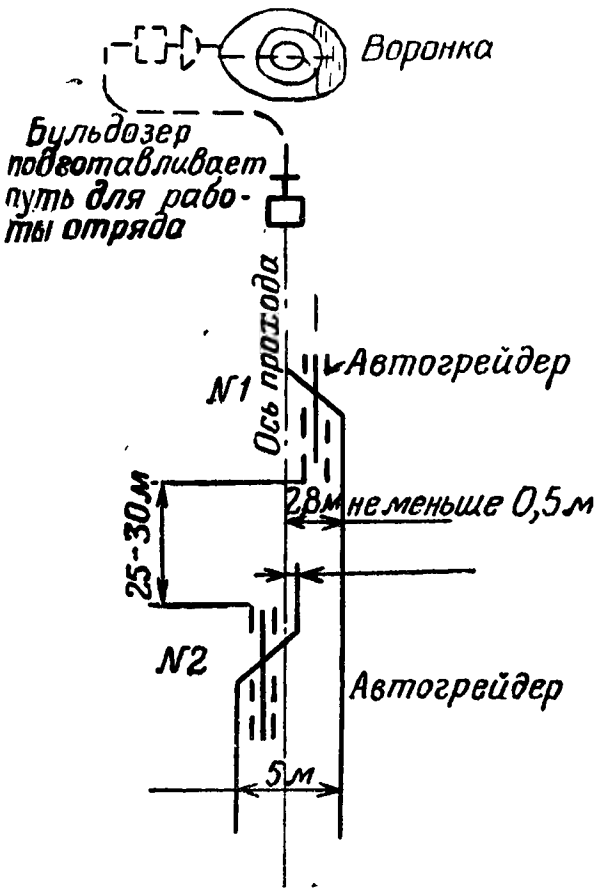


Рис. 24. Схема проходов машин при планировке дорожного полотна

Усиление грунта различными дорожными покрытиями

Обычные грунтовые дороги и колонные пути, проложенные по целине, обеспечивают проезд автомобилей лишь в сухое время года.

В период весенней и осенней распутиц по таким путям возможен лишь проезд одиночных автомобилей высокой проходимости.

Для увеличения несущей способности грунта следует отдельные труднопроезжаемые участки пути укреплять устраиваемыми на них покрытиями и выстилками, распределяющими давление на подстилающий грунт и уменьшающими буксование.

Участками пути, на которых следует применять покрытия, являются:

— участки без продольного водоотвода, с застоем воды;

— участки, проходящие по глинистым, тяжелосуглинистым, черноземным и торфянистым грунтам;

— пойменные луга и выгоны на подходах к мостам и переправам;

— подъемы и спуски с уклоном более 8%.

Весной, особенно в начале распутицы, проезд автомобилей по таким участкам достигается путем применения покрытий.

Маневренный характер Великой Отечественной войны вызвал широкое применение дорожных покрытий для улучшения проезда автомобилей.

На фронтах, проходивших по северо-западной лесисто-болотистой зоне СССР, основным типом стали деревянные покрытия, так как дерево оказалось единственным доступным для войск материалом.

В годы Великой Отечественной войны войсками применялись следующие типы деревянных покрытий:

— хворостяные выстилки;

— жердевые и бревенчатые настилы;

— сборные колейные покрытия из лесоматериала.

Средние показатели скорости движения и расхода горючего автомобилей по этим покрытиям приведены в табл. 16.

Таблица 16

Тип покрытия	Скорость движения, *км/час*		Расход горючего на 100 *км*, *кг*
	в сухое время	в распутицу	в сухое время
Хворостяная выстилка	3—4	3—4	97,0
Жердевой настил	8—10	5—7	77,5
Настилы из окантованных бревен	10—15	10	20,0
Колейные покрытия	25—30	20—25	15,5
Колейные покрытия сборно-разборного типа	15—20	10—15	15,5

Хворостяные выстилки

При проезде по хворостяным выстилкам колеса автомобилей быстро ломают хворост. При движении колес по одному и тому же следу образуются сквозные колеи, глубина

которых быстро увеличивается. Колеса выворачивают обломки хвороста, что затрудняет движение. Практика показала, что по хворостяным выстилкам нельзя пропустить (по одной полосе) более 30 автомобилей. Недостаточная прочность хворостяных выстилок, необходимость частого ремонта и большой расход горючего ограничивают их применение.

Жердевые и бревенчатые покрытия

В период Великой Отечественной войны на труднопроезжаемых участках войсковых дорог строились жердевые и бревенчатые покрытия.

На рис. 25 показан поперечный профиль жердевого настила. Лежни расположены на 1,7 *м* один от другого в местах, где наиболее часто проходят колеса. Укладывались они

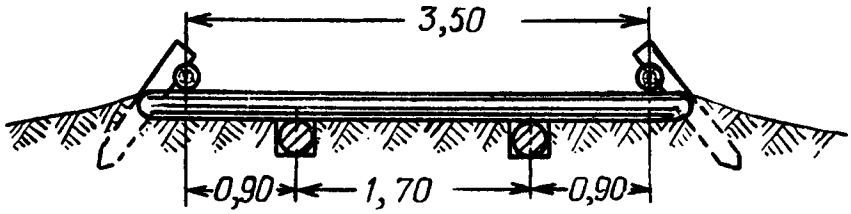


Рис. 25. Поперечный профиль жердевого настила

обычно на имевшиеся на дороге колеи. Но лучшие условия для движения автомобилей создают бревенчатые настилы с большим диаметром применяемых бревен (более 14 *см*), которые обеспечивают достаточную прочность поперечин и малый прогиб под колесами. Однако эксплуатационные качества бревенчатых покрытий все же невысоки: расход горючего почти в пять раз превышает нормы, тряскость замедляет движение и приводит к быстрому износу автомобиля.

Для обеспечения быстрого движения по бревенчатым настилам на них укладывают дощатые колеи.

Наблюдения за бревенчатыми настилами показали, что для продолжительности их службы необходимо плотное скрепление элементов, обеспечивающее совместную работу настилов.

Это скрепление производится одним из двух способов:

— зажатием поперечин между скрепленными продольными лежнями и колесоотбойными брусьями;

— прижатием поперечин к лежням и к грунту колесоотбойными брусьями, прибитыми к грунту кольями.

Первый способ является более надежным, так как плотность скрепления достигается соединением элементов между

собой, а не прижатием их к грунту. Благодаря этому скрепление не ослабевает в процессе эксплуатации от осадок лежней в грунт. Широко применялось крепление проволокой диаметром 5—7 *мм*, обеспечивающее прочность соединения и быстрое производство работ. Крепление колесоотбойных брусьев металлическими штырями оказывалось недостаточно прочным. Колесоотбойные брусья отжимались колесами в сторону, а иногда и совсем сдвигались. Несмотря на достаточную прочность бревенчатых настилов, их низкие эксплуатационные качества — неудобство для движения (тряскость), повышенный расход горючего и значительный износ автомобилей — привели к тому, что колейные покрытия начали вытеснять бревенчатые настилы.

Сборные колейные покрытия из лесоматериала

Наибольшее распространение получили сборно-разборные конструкции покрытий. Элементы таких покрытий заблаговременно заготавливаются и перевозятся к участку усиления на автомобилях.

С целью уменьшения веса покрытий конструкцию их целесообразно иметь колейного типа.

Сборные колейные покрытия из лесоматериала являются одним из простейших средств преодоления автомобилями болотистых участков и используются при оборудовании колонных путей.

Опытными испытаниями установлено, что наивыгоднейшая ширина колейных полос для автомобильного движения колеблется в пределах 0,8—1,0 *м*. Ширина полосы меньше 0,8 *м* сильно ограничивает возможные скорости движения и не гарантирует автомобиль от схода с полос. Ширина больше 1,0 *м* не вызывается необходимостью и излишне утяжеляет покрытие, не обеспечивая никаких существенных преимуществ.

Расстояние между осями полос колейных покрытий сообразуется с размерами ходовых устройств автомобилей (рис. 26).

Таким образом, для обеспечения движения основных типов автомобилей колейные покрытия должны иметь полосы шириной по 1,0 *м* с внутриколейным промежутком 0,7 *м*.

Основными особенностями сборных колейных покрытий как типа покрытия проезжей части являются:

— прочность и связность применяемых материалов, выгодно отличающие их от обычных материалов для укрепле-

ния проезжей части военных дорог — гравия, щебня и камня;

— простота и легкость работ по сборке и разборке покрытий, что обеспечивает необходимый темп работ;

— возможность многократного использования в разных местах.

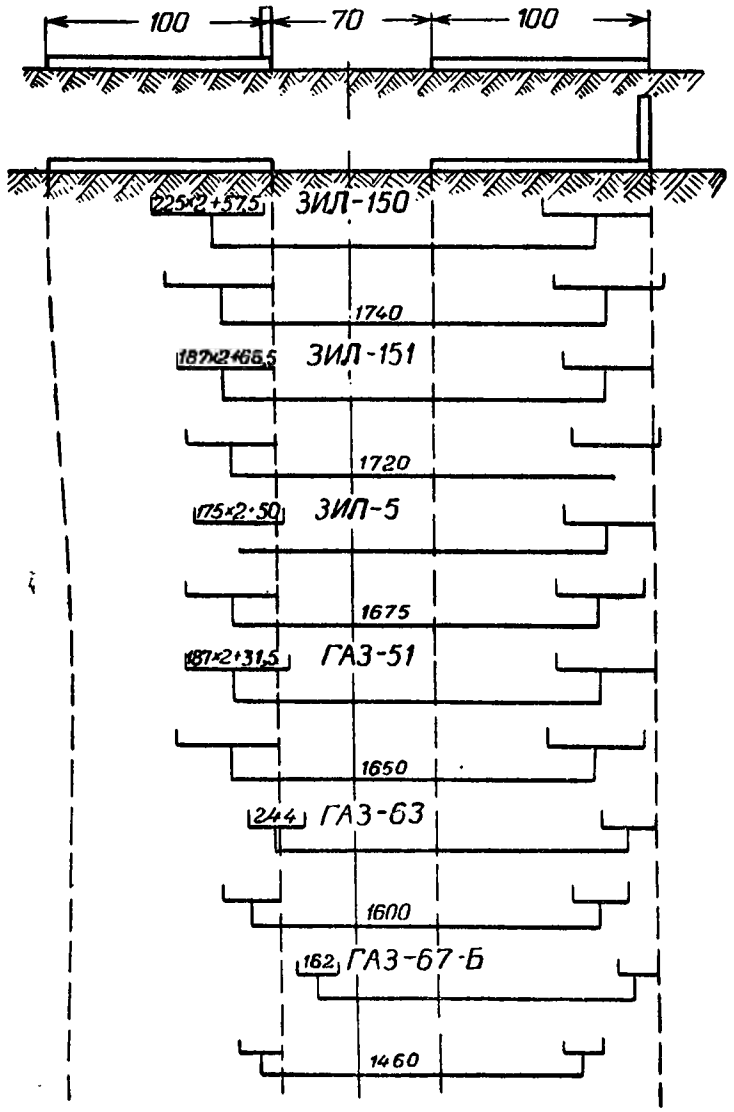


Рис. 26. Размеры ходовых устройств автомобилей

Сборные покрытия по конструкции могут быть гибкими (рис. 27) и жесткими.

Сборные колейные покрытия из гибких звеньев применяются для усиления участков колонных путей, проложенных по лесным просекам и размокшей пашне. Покрытие состоит из двух колей (колесопроводов) для прохода колес

автомобилей. Каждая полоса гибкого колейного покрытия состоит из отдельных матов длиной 10 *м*, соединенных между собой петлями. Мат состоит из деревянных брусков размером 7 × 7 × 100 *см*, расстояние между которыми 3 *см*,

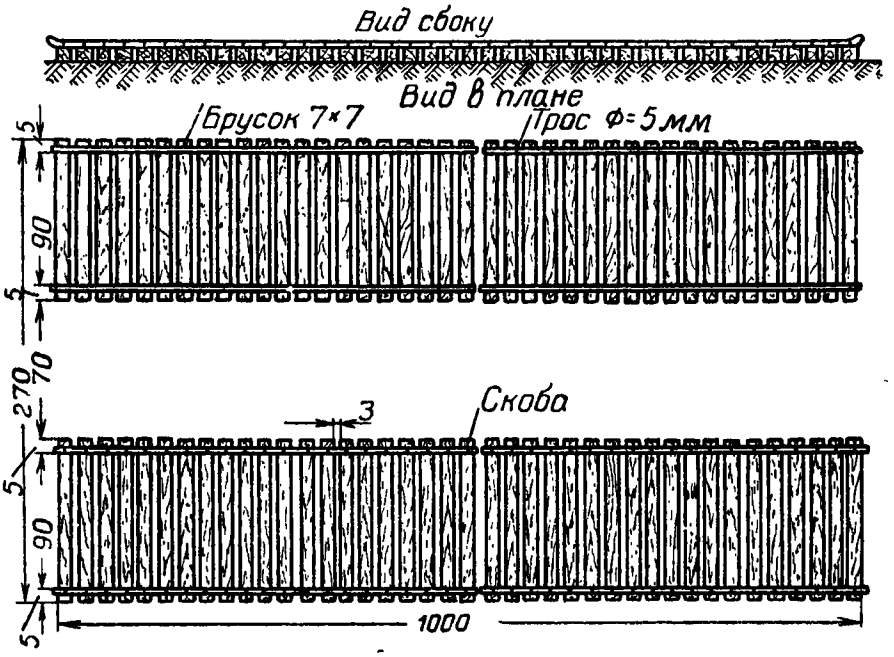


Рис. 27. Гибкое деревянное колейное покрытие

двух продольных тросов диаметром 5 *мм*, которые крепятся к брускам проволочными скобами длиной 8—9 *см*, и стыковых тросовых петель, которые служат для соединения матов между собой и являются продолжением того же троса.

Для изготовления одного мата требуется:

— брусков длиной 100 *см* — 100;

— троса диаметром 3,5 *мм*—20,8 *м*;

— скоб проволочных — 208.

Гибкие деревянные колейные покрытия укладываются вручную или при помощи специально оборудованного автомобиля.

Специальное оборудование автомобиля для укладки гибких колейных покрытий (рис. 28) представляет собой простейшую деревянную конструкцию (укладчик), смонтированную над кабиной, капотом и перед радиатором машины. Укладчик изготовляется из брусков размером 7 × 15 *см* и досок размером 2,5 × 15 *см*. Для валиков применяется накатник диаметром 15 *см*.

В кузове автомобиля устанавливается перегородка из теса или фанеры, для того чтобы колесопроводы отдельно

поступали из кузова на укладчик. Укладчик можно изготовить также из металла, при этом стойки и направляющие делаются из уголкового железа, а валики из дерева.

Принцип работы указанного автомобиля-укладчика следующий. Концы уложенных в кузов колесопроводов перетягиваются по укладчику и подкладываются под передние колеса автомобиля. Автомобиль, двигаясь вперед и наезжая на колесопроводы, перетягивает их из кузова и укладывает под колеса по направлению движения.

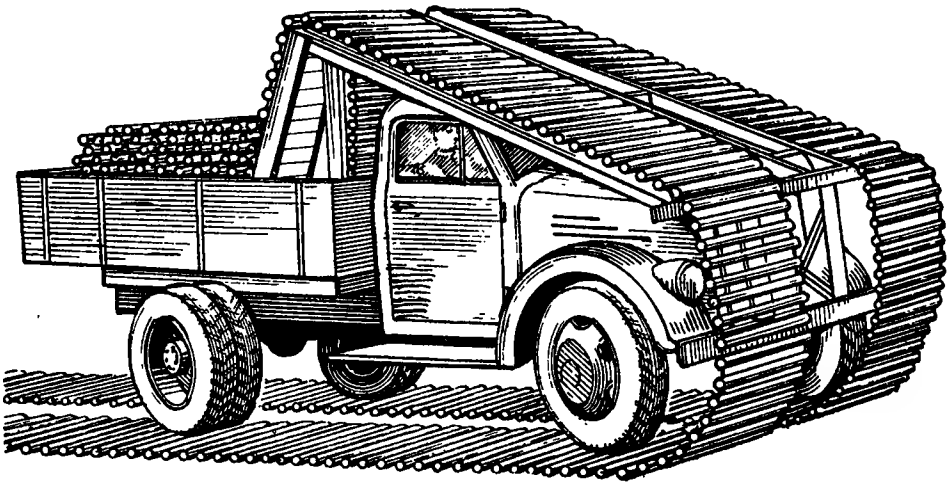


Рис. 28. Укладчик гибкого покрытия

В кузове автомобиля укладывается 50 *пог. м* покрытия. С автомобилем на место работ следуют два сапера, которые с помощью водителя машины производят укладку покрытия на грунт.

При подходе автомобиля к месту укладки два сапера становятся перед радиатором машины (перед укладчиком), берутся за концы звеньев и подтягивают их по валикам укладчика под передние колеса автомобиля. Как только колесопроводы будут подложены под передние колеса, старший из саперов командует водителю: «Вперед!» — и автомобиль, наезжая на колею, начинает разматывать ее, двигаясь по покрытию.

Укладка колесопроводов производится при скорости движения автомобиля 3—5 *км/час* по прямому направлению. Покрытие из гибких звеньев длиной 50 *пог. м* может быть уложено автомобилем-укладчиком за 2—3 мин. Когда покрытие уложено, водитель выводит машину задним ходом в исходное положение, освобождая путь для следующего автомобиля-укладчика.

Гибкие колейные покрытия могут укладываться вручную.

При ручной укладке отдельные маты перевозятся свернутыми в рулоны. На участках колонного пути эти рулоны раскатываются. Уложенные колеи гибких покрытий никакого закрепления не требуют.

Автомобиль, предназначенный для перевозки покрытий, можно оборудовать и другим приспособлением для укладки их на грунт (рис. 29).

Приспособление представляет собой опорную *I* и наклонную *II* рамы, монтируемые на автомобиле ЗИЛ-150.

Опорная рама состоит из продольных балок *1* и *3*, двух поперечных балок *2* и упорной балки *4*. Все элементы опорной рамы изготовляются из бревен диаметром 15 *см*.

Наклонная рама включает продольные схватки *6*, четыре наклонные стойки *7*, *8*, *9* и *10*, две поперечины *11* и два ролика *12*.

Наклонная рама под углом 130° крепится к опорной раме при помощи упорной балки *4* и двух подкосов *5*. Наклонные стойки и продольные схватки являются остовом для монтажа поперечин и нижних роликов. Наклонные стойки изготовляются из кругляка диаметром 15 *см*. Поперечины представляют собой обрезки бревен диаметром 20 *см*, длиной 110 *см* и крепятся к наклонным стойкам штырями, забиваемыми через стойки в торцы поперечин. Ролики выполнены из обрезков бревен того же диаметра длиной 102 *см*. На концах ролики имеют направляющие диски *13* из досок толщиной 2,5 *см*.

Подкосы *5* и схватки *6* изготовляются из досок сечением 10×5 *см* и прибиваются к деталям гвоздями.

Приспособление для укладки гибких колейных покрытий автомобилем изготовляется и монтируется отделением саперов за 6 час., которое должно иметь:

— поперечных пил — 1;
— топоров — 5;
— буравов — 1;
— ломов — 2.

Для изготовления одного приспособления требуется:

— лесоматериала — 1,0 $м^3$;
— поковок — 10 *кг*.

Монтаж приспособления на автомобиль ЗИЛ-150 производится в следующем порядке:

— снимаются боковые борта кузова автомобиля;

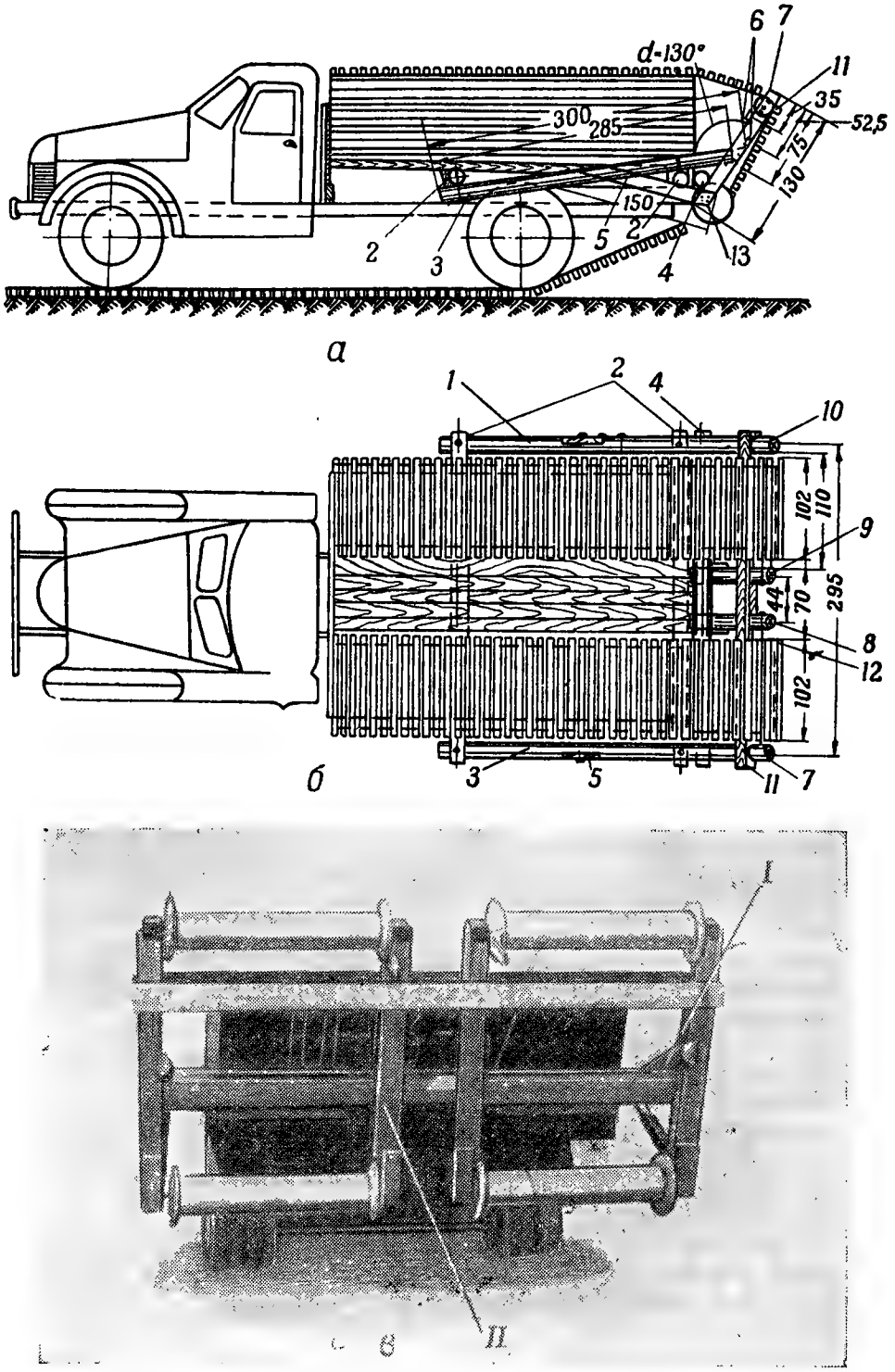


Рис. 29. Приспособление для укладки гибких колейных покрытий на грунт:

а — вид сбоку; *б* — вид в плане; *в* — вид сзади (*I* — опорная рама; *II* — наклонная рама); *1* и *3* — продольные балки; *2* — поперечные балки; *4* — упорная балка; *5* — подкосы; *6* — схватки; *7*, *8*, *9*, *10* — стойки; *11* — поперечина; *12* — ролики; *13* — направляющие диски

— убираются боковые стенки инструментальных ящиков под днищем кузова автомобиля;

— вставляются в промежуток между средними и между средней и крайней поперечными балками шасси автомобиля поперечные балки *2,* концы которых симметрично выступают за боковые края платформы;

— укладывается приспособление продольными балками опорной рамы на выступающие консольные концы задней поперечной балки *2,* а передней частью продольные балки подводятся под концы передней поперечной балки;

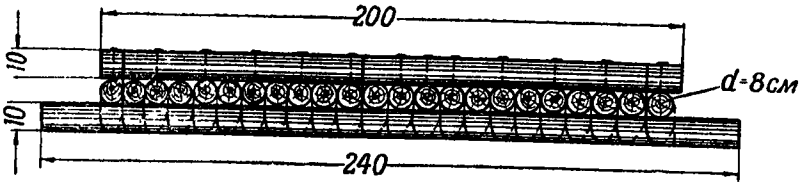
— в местах пересечения продольных и поперечных балок вставляются штыри диаметром 12 *мм;* на платформу оборудованной машины укладываются маты гибких колейных покрытий в две ленты соответственно тому, как они в последующем будут разложены на трассе колонного пути; первый слой колейного покрытия укладывается на платформе автомобиля от кабины к заднему борту тросом вниз, загибается петлей у заднего борта и укладывается в направлении к кабине, там вновь загибается петлей и обратно укладывается тросом вниз к заднему борту; в такой последовательности укладывается по 14 слоев в каждой ленте; в процессе укладки отдельные маты связываются в общую ленту стыковыми петлями; в местах загибания покрытия петлями необходимо бруски (не менее четырех) вплотную придвинуть к соседним, освободив участок троса для облегчения изгиба покрытия.

Гибкие колейные покрытия по сравнению с другими покрытиями имеют следующие преимущества: они просты в изготовлении, их можно заблаговременно заготавливать в нужном количестве, легко укладывать и перевозить.

Однако покрытия этого типа имеют и недостатки: их можно сделать только из брусков определенного размера, они недостаточно прочны и выходят из строя после движения по ним 20—30 автомобилей; для дальнейшего использования покрытие нужно ремонтировать.

Щит из жердей с поперечным настилом (рис. 30) состоит из жердей, расположенных под углом 90° к продольной оси щита, четырех продольных жердей и одной диагональной схватки, которая крепится внизу щита.

Жерди настила крепятся к продольным жердям гвоздями или проволокой. Между собой щиты соединяются выступающими с одной стороны колесоотбоями, с противоположной стороны — продольными жердями, уложенными раструбом и выпущенными на 20 *см* из-под щита. Концы одного



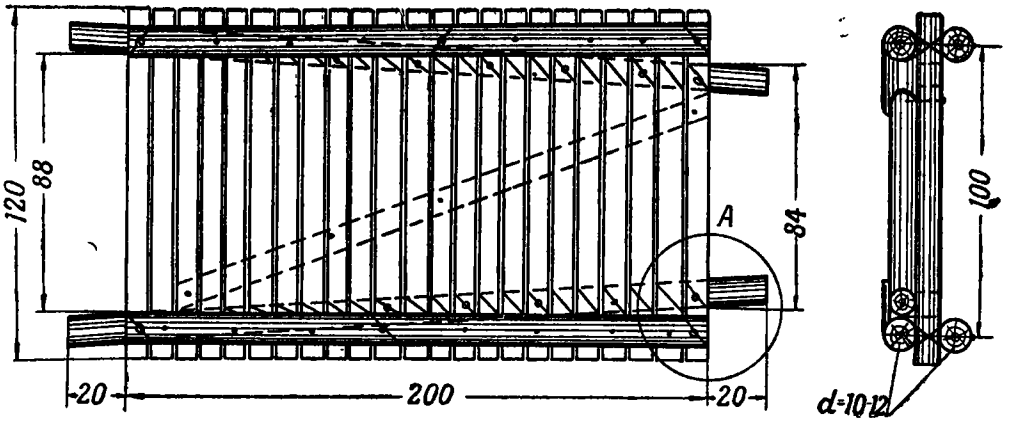
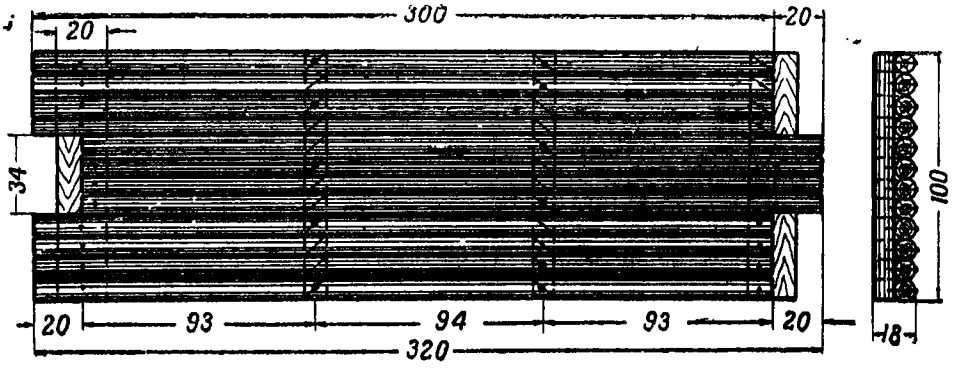


Рис. 30. Щит из жердей с поперечным настилом



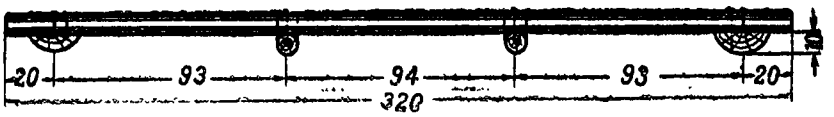


Рис. 31. Щит из жердей с продольным настилом

щита заходят в другой щит, что не дает возможности щитам расходиться в стороны.

Вес щита 140 *кг*.

Расход лесоматериала на 1 щит 0,2 $м^3$.

На один автомобиль ЗИЛ-151 можно уложить 28 щитов.

Щит из жердей с продольным настилом (рис. 31) состоит из жердей, расположенных параллельно продольной оси

щита и скрепленных гвоздями и проволокой с двумя поперечными жердями и двумя стыковыми пластинами (по концам щита). Между собой щиты соединяются при помощи выпущенных вперед на 15—20 *см* четырех средних жердей и зазоров на противоположных концах щита, в которые входят выпущенные концы жердей другого щита.

Вес щита 170 *кг*.

Расход лесоматериала на 1 щит 0,25 $м^3$.

На один автомобиль ЗИЛ-151 можно уложить 22 щита.

Жердевые колейные покрытия с поперечным и продольным настилами целесообразно применять в лесисто-болотистой местности для усиления слабых участков грунтовых дорог и колонных путей. Благодаря быстроте и простоте изготовления, удобству транспортировки и укладки эти покрытия могут найти в войсках широкое применение.

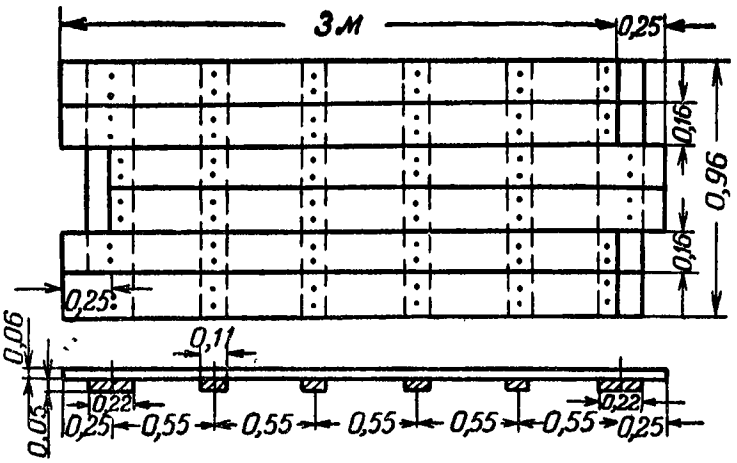


Рис. 32. Дощатый щит

Сборные колейные покрытия из дощатых щитов применяются для усиления участков с размокшим грунтом, а также для улучшения переездов через воронки и рвы, засыпанные рыхлым или влажным грунтом.

Каждый щит покрытия (рис. 32) изготовляется из шести досок шириной 16 *см*, толщиной 5—6 *см* и длиной 3 *м*.

В зависимости от толщины досок вес одного щита может быть 120—150 *кг*.

Расход пиломатериала на 1 щит в среднем около 0,24 $м^3$.

На один автомобиль ЗИЛ-151 можно уложить 20 щитов, что дает возможность перекрыть ими 40 *пог. м* пути.

Для укладки щитов может с успехом применяться монтируемое на автомобиле несложное приспособление, устрой-

ство которого показано на рис. 33. Щиты колейного покрытия укладываются в кузов оборудованного автомобиля один на другой в два ряда по ширине кузова.

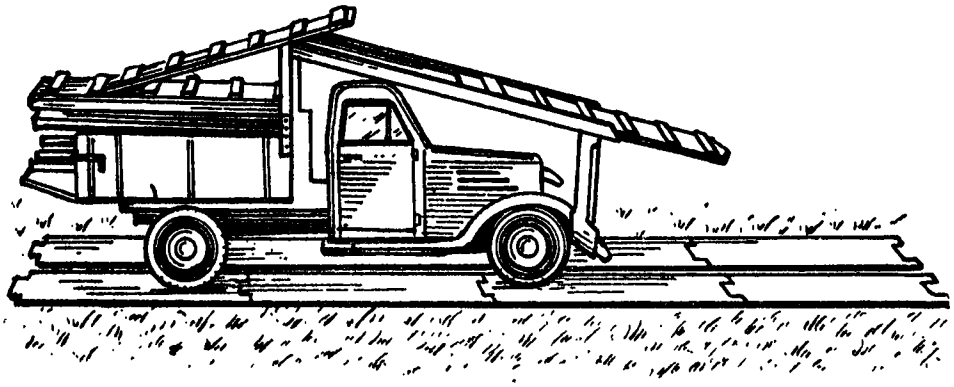


Рис. 33. Приспособление для укладки дощатых щитов

При подходе автомобиля к месту укладки колейного покрытия два сапера, находящиеся в кузове, подают по укладчику щиты; другие саперы подхватывают щиты и укладывают на грунт перед передними колесами автомобиля. По

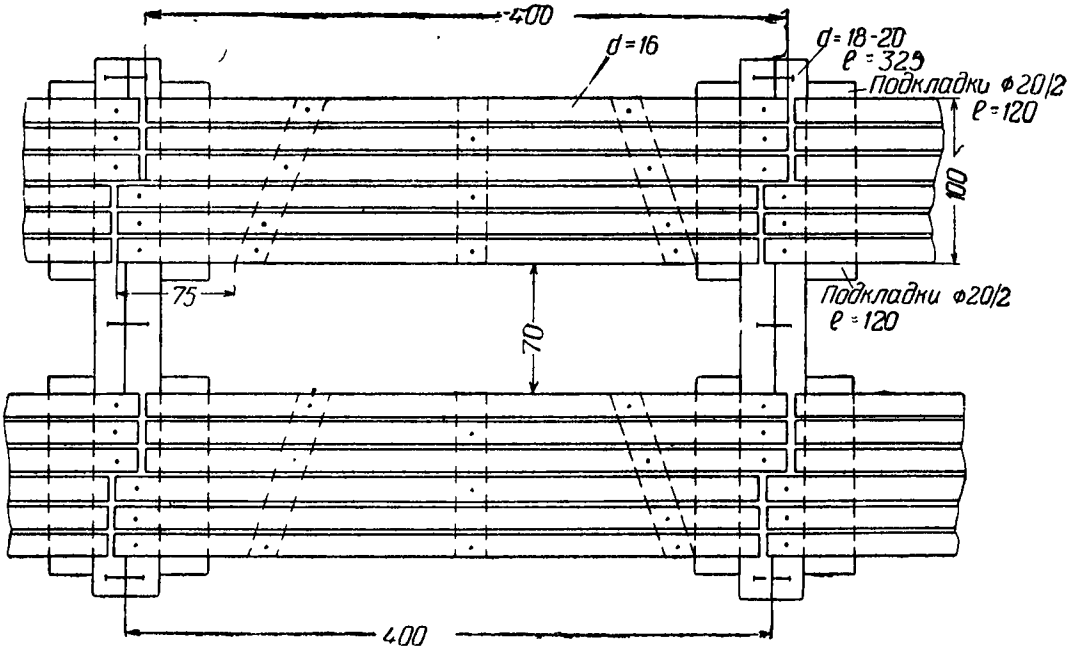


Рис. 34. Бревенчатые щиты

мере укладки щитов машина продвигается по готовому покрытию.

Щиты с одного автомобиля укладываются при помощи укладчика за 8 мин.

Бревенчатые щиты (рис. 34) изготовляются из круглого леса диаметром 14—16 *см,* окантованного на два канта.

Вес одного щита 300—350 *кг*.

На один автомобиль ЗИЛ-151 можно уложить 10 щитов.

Использование леса, растущего на трассе, позволяет собирать колейные покрытия непосредственно на укрепляемом участке. Стыки бревенчатых щитов располагаются на шпалах.

Сборное колейное покрытие из дощатых звеньев представляет собой целый участок покрытия.

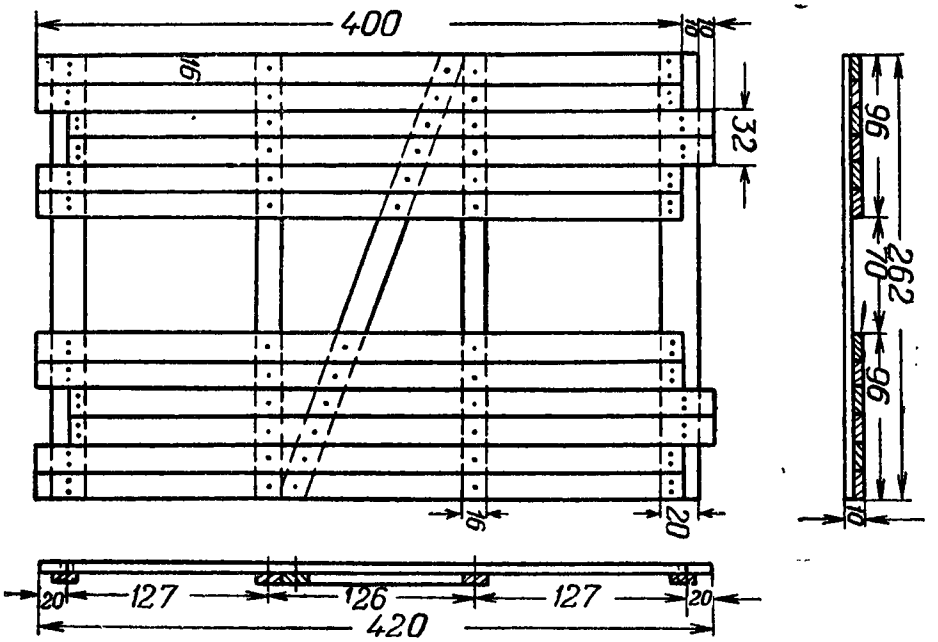


Рис. 35. Звено дощатого покрытия

Звено (рис. 35) представляет собой две дощатые колеи, жестко скрепленные между собой в одно общее звено двумя поперечными досками, диагональной схваткой и по концам двумя стыковыми досками. Соединение звеньев между собой достигается при помощи выпущенных вперед на 20 *см* двух средних досок каждой колеи и уступа на противоположном конце каждого щита, в который и входят выпущенные концы досок другого такого же щита.

Вес щита 335 *кг*.

Расход лесоматериала на один щит 0,51 $м^3$.

На один автомобиль ЗИЛ-151 можно уложить 10 щитов.

Покрытия можно укладывать на таких участках, где гиревой ударник погружается под собственным весом (болотистые и залитые водой участки колонных путей).

Дощатые звенья укладываются отделением саперов.

Рис. 36. Сборные колейные покрытия из лесоматериала (по опыту Великой Отечественной войны)

Положительной стороной этих покрытий является:

— простота конструкции и возможность механизированного изготовления;

— быстрота укладки, легкость и надежность стыкования;

— ровная поверхность, обеспечивающая плавность хода автомобиля.

Благодаря хорошей работе колейных покрытий (рис. 36) при интенсивном движении они нашли широкое применение на фронтах Великой Отечественной войны и вытеснили в условиях лесисто-болотистой местности все остальные типы покрытий. По брусчато-колейной дороге Посад — Шевелево во время минувшей войны проходило до 12 000 автомобилей в месяц, причем в отдельные дни интенсивность движения достигала 600 автомобилей. При этом дорога не испытывала значительных деформаций и затрата рабочей силы на ее содержание была невелика.

Сборные покрытия из металла

Сборно-разборные дорожные покрытия из металла применяются для быстрого обеспечения проезда боевых, транспортных и специальных колесных машин и прицепов на слабых участках войсковых дорог и колонных путей.

Наиболее целесообразно применять покрытия из металла для устройства подходов к мостам и переправам и усиления слабых участков колонных путей в безлесной местности.

Конструкция покрытий из металлических сеток

Покрытие из металлических сеток (рис. 37) состоит из двух параллельных полос (колей), удаленных одна от другой на 0,7 *м* (расстояние между внутренними кромками полос). Если расстояние между полосами увеличить, то при интенсивном движении полосы могут сделать наклон внутрь и станут возможными сходы колес на промежуток между полосами. Если то же расстояние уменьшить, то полосы могут получить наклон наружу, в результате чего усилятся сходы колес с полос наружу.

Каждая полоса колейного покрытия собирается из отдельных звеньев сетки длиной 20 *м*. Сетки для удобства транспортирования свертываются в рулоны. Звенья соединяются между собой по длине крючками и вязальной проволокой. Каждая полоса покрытия состоит из полотна, двух продольных тросов и двух стыковых крючков.

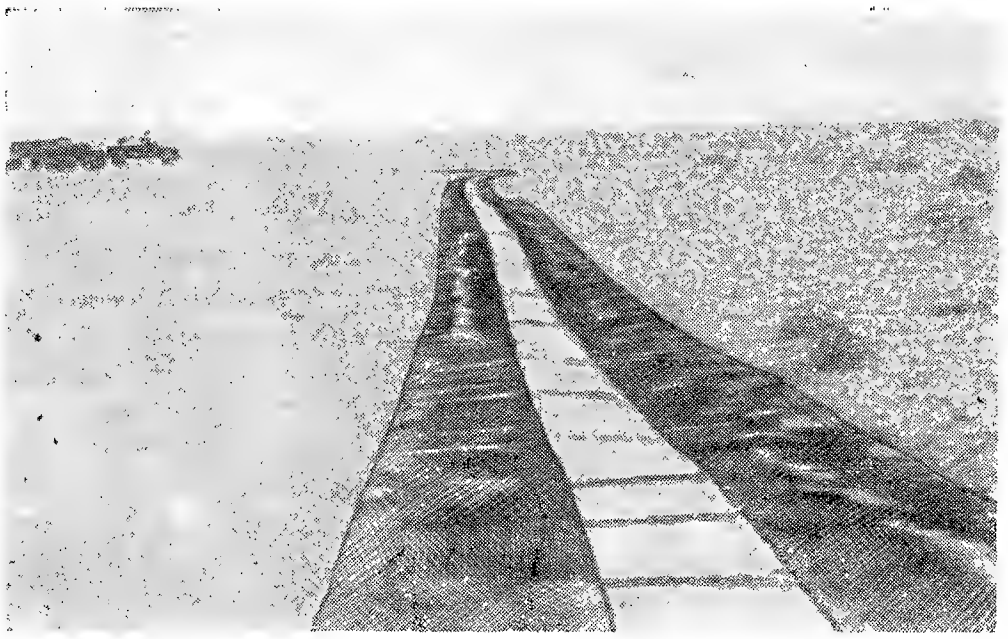


Рис. 37. Покрытие из металлических сеток

Вес одного квадратного метра готового пути из покрытия 5 *кг*.

Полотно, являясь основной рабочей частью покрытий, изготовляется из стальной плетеной сетки с ячейками размером 30 × 30 *мм* и диаметром проволоки 3,0 *мм*; ширина полотна 1,0 *м*, длина 20 *м*. Два продольных троса диаметром 3,8 *мм*, длиной 20,2 *м* крепятся к боковым кромкам сетки и удерживают ее от свертывания и коробления при проезде машин. Две колеи покрытия соединяются между собой расчалками из троса диаметром 3,8 *мм*, длиной 0,85 *м*. В состав одного звена входит 19 расчалок.

Закрепление наружных долевых кромок сетки производится анкерами; каждое звено закрепляется семью анкерами, устанавливаемыми через 3,0 *м*.

Покрытие обеспечивает пропуск грузов на закруглениях радиусом 30 *м* и более, а также преодоление автомобилями подъемов до 17°. Сетчатое покрытие растягивается и распределяет нагрузку на площадь, большую, чем след колеса, что снижает удельное давление на грунт. Погружаясь в грунт под давлением колес, полотно сетчатого покрытия растягивается в горизонтальном направлении. Это растяжение воспринимается анкерным креплением и силой трения между грунтом и покрытием.

Средняя скорость движения колонны автомобилей по покрытиям 20 *км/час*. Одиночные автомобили двигаются по покрытиям со скоростью 40 *км/час*. Прочность всех элементов покрытий и соединений достаточна для пропуска без производства ремонтных работ нескольких сотен автомобилей.

Проседание стыков и полотна сеток ликвидируется путем подсыпки под них грунта и подъема крючками просевших элементов. Ослабление креплений устраняется путем подбивки анкеров. Сетчатое покрытие точно копирует рельеф местности, не вызывая при проезде толчков и рывков автомобилей. Сетчатое покрытие, уложенное на грунт, вминаясь под тяжестью проходящих машин, препятствует сдвиганию грунта. В результате этого сцепление автомобильных колес с сетчатым покрытием всегда хорошее и буксования колес не наблюдается как на ровных участках, так и при преодолении подъемов.

Уложенные на грунт сетчатые покрытия в начале движения по ним автомобилей представляют собой плоскую поверхность, но по мере увеличения числа проходов автомобилей грунт вминается под сетками, последние выгибаются в виде лотков, образуя колею для проходящих машин. Сходов направляющих колес автомобилей с сетчатых покрытий не наблюдалось.

Двигатели автомобилей при движении по покрытиям как на ровных участках, так и при преодолении подъемов работают нормально, без перегрузки и перегрева. Температура воды системы охлаждения выше +80° С не поднимается.

Автомобили ЗИЛ-151 и ГАЗ-63 преодолевали подъем в 17° без признаков буксования, при этом движение осуществлялось на второй передаче с включенным демультипликатором.

Транспортировка дорожных покрытий к участку производится на автомобилях типа ЗИЛ-150, ЗИЛ-151 и ГАЗ-63. Рулоны сетчатых дорожных покрытий укладываются в кузов автомобиля вертикально. До первоначального использования покрытий в кузове автомобиля ЗИЛ-150 размещается 24 рулона сеток (шесть рядов по длине кузова по четыре рулона в каждом ряду). После многократного применения покрытий диаметр рулонов сетки увеличивается. Так, например, после пропуска 750 автомобилей диаметр рулона при наматывании на катушку одного звена сетки составляет 630 *мм* (вместо 595 *мм* до начала пропуска машин). В этом случае в кузове автомобиля ЗИЛ-150 размещается 20 рулонов се-

ток (пять рядов по четыре рулона в каждом), при этом часть кузова автомобиля (450 *мм*) у кабины остается свободной. На свободной от покрытий части кузова размещаются анкеры в двух ящиках и четыре солдата.

В кузове автомобиля ЗИЛ-151 размещается 18 рулонов сетчатого покрытия (шесть рядов по длине кузова по три рулона в каждом), при этом остается место для размещения команды и ящиков с анкерами. Покрытиями, перевозимыми на одном автомобиле ЗИЛ-151, перекрывается участок пути длиной 180 *пог. м.*

В кузове автомобиля ГАЗ-63 размещается 15 рулонов сетчатого покрытия (пять рядов по длине кузова по три рулона в каждом), при этом места для размещения команды солдат не остается.

В процессе многократного использования покрытий на сыпучих песках после прохода по ним 2000 груженых автомобилей они вдавились в грунт на 10 *мм*. Продольного смещения покрытий не наблюдалось; через каждые 200 проходов автомобилей полотно сетчатого покрытия приходилось приподнимать, так как слой грунта поверх сетки толщиной в 2,0 *см* значительно снижал скорость движения автомобилей.

Дорожные покрытия из металлических сеток могут быть использованы для обеспечения проезда одиночных автомобилей (типа ЗИЛ-151) по заболоченным участкам местности, которые имеют плотность торфяного ковра, определяемую более чем шестью ударами болотного плотномера.

При снижении давления воздуха в шинах до 0,5 *атм* по сетчатым покрытиям возможен проезд 40—50 автомобилей (типа БТР-152). При необходимости пропуска через заболоченный участок большего количества автомобилей сетки необходимо повернуть на 180° и уложить на расстоянии 5—10 *м* в стороне от места прежнего расположения. Такое перемещение сеток можно производить последовательно несколько раз.

Скорость движения автомобилей по покрытиям из металлических сеток, уложенных на заболоченных участках, составляет 5—7 *км/час.*

Конструкция решетчатых металлических покрытий

Покрытие собирается из отдельных звеньев (рис. 38) размером 2,0 × 1,0 *м*. Каждое звено колейного покрытия состоит из решетчатого полотна с размерами ячеек

10 × 10 *см*, двух продольных боковых полос и стыкового замка. Полотно изготовлено из металлических волнистых полос 40 × 3 *мм*, поставленных на ребро и сваренных в узлах. Волнистый профиль придает полотну поперечную жесткость. Ребра решеток, врезаясь в грунт, обеспечивают самозакрепление звеньев против поперечного сдвига. Продольные боковые полосы, придающие звену продольную жесткость, изготовлены из стальных полос 40 × 5 *мм*. Полосы охватывают полотно с боков и приварены к нему прерывчатым швом.

Вес одного звена 50 *кг*.

При проходе автомобиля по уложенным на грунт покрытиям грунт никогда не покрывал полотно даже в случаях глубокого погружения в него покрытия с образованием колеи. Это обеспечивает надежное сцепление поверхности резиновых покрышек автомобилей с полотном и устраняет буксование колес. Плотность грунта внутри ячейки решетки после проезда 500 автомобилей достигала 11 ударов гиревого ударника (при трех ударах до начала пропуска машин). Звенья решетчатых покрытий при транспортировании их на автомобилях устанавливаются поперек кузова (на длинное ребро).

На автомобилях ЗИЛ-151 и ЗИЛ-150 размещается по 70 решетчатых звеньев, которыми можно перекрыть участок пути протяжением 70 *пог. м*. Четыре солдата на погрузку 70 решетчатых звеньев затрачивали 22 мин. Для перевозки

Рис. 38. Покрытие из металлических решеток

покрытий могут быть использованы все типы грузовых автомобилей, так как специального оборудования автомобилей не требуется.

Конструкция покрытий волнистого профиля

Покрытие собирается из отдельных звеньев (рис. 39) размером 2,0 × 1,0 × 0,06 *м*. Каждое звено состоит из полотна, выполненного из гофрированной листовой стали, и двух балок жесткости из сваренных уголков 30 × 30 *мм*. Балки охватывают полотно с двух сторон и приварены к нему прерывчатым швом.

Вес одного звена 80 *кг*.

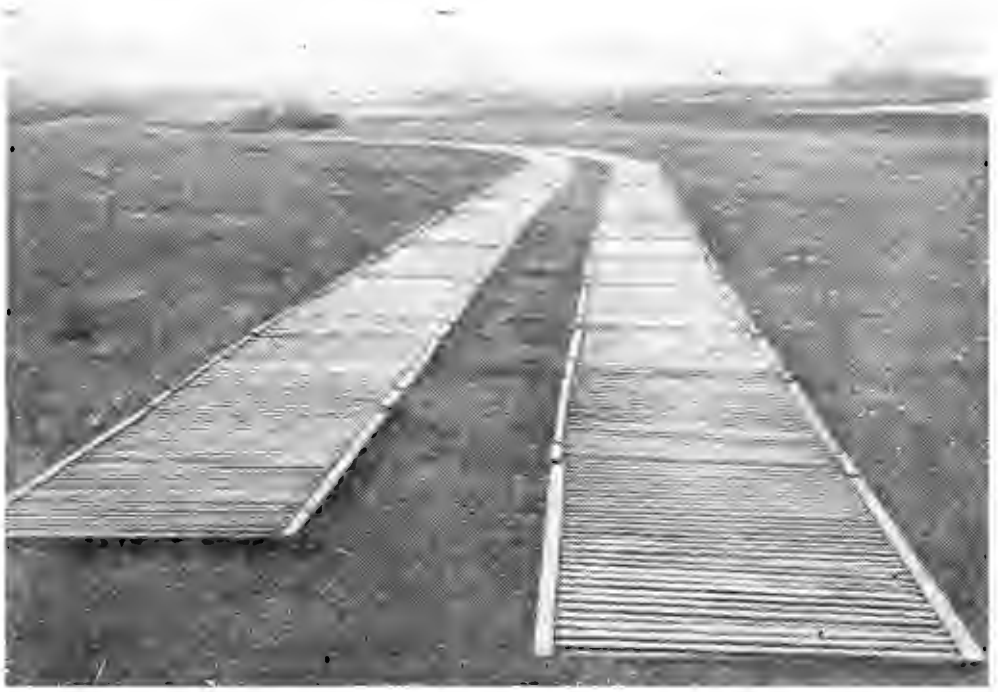


Рис. 39. Металлическое покрытие волнистого профиля

Звенья соединяются между собой в колею при помощи специального стыкового замка. При движении автомобиля по этим покрытиям колеса в любую погоду имеют хорошее сцепление с поверхностью полотна звеньев. Коэффициент сцепления покрышки автомобиля с поверхностью полотна звеньев меняется в среднем от 0,2 до 0,3. Основной рабочей частью покрытий является полотно, изготовляемое из листовой стали толщиной 2 *мм*.

Конструкция стыков дает возможность производить замену отдельных поврежденных звеньев. Пропуск по звеньям

гусеничных грузов допускается в исключительных случаях, для этого во избежание быстрого разрушения звеньев следует поверх покрытия укладывать продольный колейный настил из подручных средств — досок, хвороста и т. д. Перевозка покрытий производится на автомобилях.

На автомобиле ЗИЛ-150 размещается 40 звеньев, которыми можно перекрыть слабый участок пути протяжением 40 *пог. м.* Размещение покрытий в кузове автомобиля ЗИС-5 показано на рис. 40.

При прокладывании участка пути по кривой радиусом более 50 *м* кривая металлического покрытия в плане достигается за счет зазоров в замках, позволяющих поворачивать каждое звено относительно смежного на 2°.

Скорость движения автомобилей по покрытиям до 40 *км/час.*

Скорость движения автомобилей по сборным покрытиям в ночных условиях (с включенными подфарниками) достигает 12 *км/час.*

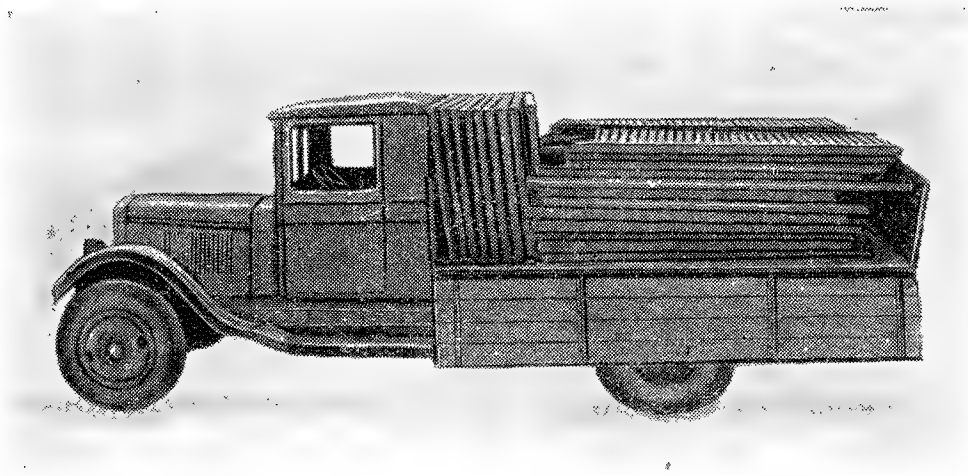


Рис. 40. Размещение покрытий в кузове автомобиля

Оборудование слабого участка пути сигнальными знаками табельного комплекта, установленными по наружным сторонам покрытий через 60 *м*, позволяет увеличить скорость движения автомобилей по покрытиям в ночных условиях (без включенных фар) до 20 *км/час.*

Усиление слабых участков колонных путей сборными покрытиями

Сборные покрытия укладываются на отдельных участках колонных путей, по которым невозможен проезд автомобилей.

Работы по усилению участков пути выполняются в следующей последовательности:

— доставка покрытий на автомобилях к месту укладки;

— разгрузка звеньев покрытий с автомобилей;

— укладка покрытий.

До начала разгрузки покрытий провешивается ось пути, от оси по шаблону вправо и влево на расстоянии 35 *см* забиваются через 20 *м* колышки, обозначающие положение внутренних сторон укладываемых звеньев; промежутки между колышками трассируются по шнуру. Разгрузка звеньев покрытий производится непосредственно с автомобиля, который задним ходом двигается по усиливаемому участку. Покрытия могут укладываться непосредственно на грунт автомобильными кранами или вручную. При ручной укладке деревянных покрытий шесть солдат по шнуру укладывают звенья. Щиты металлических покрытий укладываются четырьмя солдатами. Скрепление звеньев покрытий производится только на стыках.

Офицер, руководящий сборкой, следит за тем, чтобы звенья наиболее плотно прилегали к основанию пути, и за закреплением стыковых соединений. Применение сборных покрытий на фронтах Великой Отечественной войны в 1941—1945 гг. показало, что, несмотря на простоту устройства, хорошая служба дорожных покрытий может быть достигнута при тщательной постройке их. Раньше считали, что для колейных дорог необязательны подготовка земляного полотна и устройство водоотвода. Между тем оказалось, что застой воды отражается на устойчивости покрытий и сохранении ровности их поверхности, так как щиты, лежащие на увлажненном грунте, дают большие просадки. Поэтому обеспечение поверхностного водоотвода от сборных покрытий является необходимым.

На заболоченных участках, где отвод воды затруднен, для равномерности осадки щиты должны укладываться на шпалы. При этом следует обеспечить плотное и равномерное опирание шпал на грунт. Можно применять подбивку грунта под шпалы, как это принято на железных дорогах.

Опыт показал, что сборные покрытия, оставшиеся без надзора при проезде автомобилей, быстро разрушаются. Для содержания усиленного покрытиями участка пути выделяются подразделения.

В задачу подразделения, выделенного для содержания участка пути, входит выполнение следующих работ:

— наблюдение за состоянием звеньев покрытий (особое внимание обращается на стыки);

— поддержание въезда на покрытие в хорошем состоянии.

После пользования покрытиями подразделение производит их сборку.

При сборке металлических покрытий производится:

— осмотр звеньев покрытий и устранение неисправностей;

— очистка покрытий от пыли и грязи;

— смазка поверхности покрытий солидолом (или имеющимися в наличии смазочными материалами).

Закрепление естественно залегающего грунта

Отсутствие во многих районах дорожно-строительных материалов — камня, гравия и леса, трудности и значительная стоимость доставки больших количеств этих материалов к месту строительства дорог требуют от офицеров инженерных войск умения использовать местные материалы промышленного производства для закрепления (стабилизации) естественно залегающего грунта.

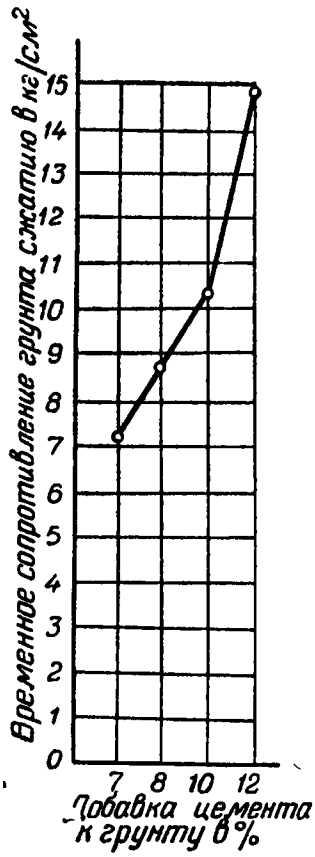


Рис. 41. Диаграмма изменения временного сопротивления грунта сжатию от содержания в нем цемента

В практике военно-дорожного строительства находит широкое применение способ закрепления грунтовых дорог цементом. Для усиления отдельных участков грунтовых дорог на сравнительно короткий срок при устройстве подъездов к мостам и в других случаях добавление в грунт цемента может оказаться более рациональным и экономичным, чем устройство одежды из гравия или щебня.

В качестве цементирующей добавки обычно используется силикатный цемент.

Обрабатывать цементом можно как песчаные, так и глинистые грунты. В зависимости от состава, свойств грунта и марки цемента необходимая по весу добавка цемента колеблется от 6 до 10%. В пески и супеси обычно добав-

ляют не более 6—8% цемента, в пылеватые и глинистые грунты — 8—10%.

На рис. 41 показано, как изменяется временное сопротивление грунта сжатию в зависимости от содержания в нем цемента. Прочность и водоустойчивость грунтоцементных смесей возрастают с увеличением в них количества цемента.

Практика показала, что получить устойчивое грунтоцементное покрытие можно только при строгом соблюдении следующих трех условий:

Рис. 42. Дорожная фреза для перемешивания грунта с цементом

— правильной дозировки цемента, вызывающей твердение грунтоцементной смеси до заданной прочности и обеспечивающей равномерное распределение цемента в массе обрабатываемого грунта;

— добавления такого количества воды, которое обеспечивает хорошее перемешивание и уплотнение грунтоцементной смеси;

— максимального уплотнения грунтоцементной смеси.

Соблюдая эти условия, можно достигнуть эффективного закрепления песков, супесей, пылеватых, суглинистых и даже глинистых грунтов, для этого грунт смешивается с цементом на месте. Эта работа включает последовательное выполнение следующих операций: рыхление и размельче-

ние грунта; рассыпку цемента; смешивание цемента с размельченным грунтом; разлив воды и перемешивание влажной грунтоцементной смеси; уплотнение грунтоцементной смеси.

Рыхление грунта производится обычно на глубину 10—12 *см*. Первичное рыхление осуществляется при помощи кирковщика, установленного на автогрейдере. Затем грунт тщательно размельчается в результате нескольких проходов дисковой бороны или дорожной фрезы (рис. 42).

Фреза является прицепным механизмом к трактору С-80; ширина ее рабочего вала с лопатками 1,8 *м*.

Число оборотов вала доходит до 250 в минуту. Грунт должен быть измельчен так, чтобы не содержал комочков размером более 5 *мм*. Для этого требуется произвести 2—4 прохода фрезы по одному и тому же месту.

Тщательное размельчение грунта необходимо для достижения равномерного распределения цемента при введении его в грунт.

Цемент рассыпается по поверхности размельченного грунта равномерно, из расчета 8—10 *кг* на 1 $м^2$ покрытия. Создание однородной, равномерно перемешанной грунтоцементной смеси является наиболее ответственным моментом, поэтому при рассыпке цемента особое внимание должно быть обращено на тщательность дозировки цемента. Мешки с цементом раскладываются на участке дороги на равных расстояниях, определенных предварительным расчетом. Затем мешки вскрываются, и цемент распределяется на участке дороги равномерным слоем. После рассыпки цемента его нужно немедленно перемешать с грунтом на всю толщину разрыхленного слоя. Перемешивание производится при помощи дорожной фрезы или дисковой бороны. Хорошее перемешивание грунта с цементом достигается после четырех проходов фрезы или бороны по одному следу с рабочей скоростью 4 *км/час*. После перемешивания грунта с цементом определяется влажность смеси (приведенным в главе II прибором инженера Ковалева). Если она окажется недостаточной, то смесь равномерно поливается водой до тех пор, пока влажность ее не станет оптимальной.

Оптимальная влажность грунтов для различных грунтоцементных смесей характеризуется примерно следующими величинами:

— для песчаных грунтов — 8—12%;
— для супесчаных грунтов — 10—15%;
— для суглинистых и пылеватых грунтов — 14—20%;

— для тяжелых суглинистых и глинистых грунтов — 18% и выше.

Поливка водой производится поливочными машинами или из резервуаров (резиновых емкостей), размещенных на автомобиле.

После поливки водой снова производится перемешивание смеси. В том случае, если естественная влажность грунта близка к оптимальной или совпадает с ней, смесь перемешивается и уплотняется без добавления воды.

Уплотнение влажной грунтоцементной смеси следует начинать не позже чем через 2 часа после окончания перемешивания. Эта операция, называемая укаткой дорожного покрытия, выполняется кулачковыми катками или проездом автомобилей. Уплотнение прекращают, когда от проезда автомобилей не остается заметного следа или колеи.

Укатка — наиболее ответственная операция в цикле работ по цементации грунта. Грунт, обработанный цементом, должен быть максимально уплотнен в течение нескольких часов. Если приготовленную смесь максимально не уплотнить к началу схватывания и твердения цемента, то покрытие будет пониженной прочности. Уплотнение контролируется определением объемного веса образцов полевым прибором инженера Ковалева.

По окончании перечисленных строительных операций обработанный цементом участок в течение двух дней поддерживается во влажном состоянии в целях создания благоприятных условий для гидратации [1] и твердения цемента.

Практика показала, что процесс нарастания прочности грунтоцементного покрытия протекает следующим образом (определение ведется гиревым ударником): непосредственно после окончания уплотнения — 7 ударов, через 8 час. — 14 ударов, через сутки — 20 ударов, через двое суток — 26 ударов, через трое суток — 28 ударов и через семь суток — 40 ударов.

---

[1] Гидратация — присоединение частиц (молекул) воды к химическому соединению без разложения последнего.

Глава четвертая

ПРОХОДИМОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ ПО СНЕЖНОЙ ЦЕЛИНЕ

§ 1. СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКА

Снежный покров — слой снега на поверхности земли, образующийся вследствие снегопадов. Снежный покров обладает большой пористостью. Продолжительность снежного покрова в течение года в различных местах различна в зависимости от климатических условий.

Снежный покров характеризуется высотой и плотностью. В период залегания он подвергается непрерывным изменениям. Вследствие слеживания и оседания он уплотняется. Так, слежавшийся снег обладает большей плотностью, чем только что выпавший. Изменение плотности вызывается также постоянно протекающим в нем процессом перекристаллизации, в результате которого снег становится крупнозернистым и сыпучим.

Снежный покров непроходим при глубине 40—50 *см* и при плотностях, не превышающих 0,25—0,35.

В зимние периоды необходимо иметь сведения о средней глубине снежного покрова и его плотности.

В табл. 17 приведена классификация снега, разработанная Государственным гидрологическим институтом.

По классификации ГГИ различается три основных типа снега: пушистый, метелевый и зернистый. Кроме того, указанные типы снега могут различаться по следующим признакам:

— по степени связности, для которой приняты две градации, — смерзшийся и несмерзшийся (за исключением пушистого снега, который по своей природе не может быть смерзшимся);

— по степени влажности, для которой также установлены две градации, — сухой и влажный снег;

— по размерам снежных зерен различают только зернистый снег, подразделяющийся на крупнозернистый и мелкозернистый.

Рассмотрим в отдельности каждый тип снега.

Таблица 17

Классификация снега, разработанная Государственным гидрологическим институтом

Тип покрова	Основные признаки покрова	
	структура снежинок	связность покрова
Пушистый	Цельные кристаллы-звездочки	Несмерзшийся
Метелевый	Окатанные ветром обломки снежных кристаллов	Смерзшийся
Зернистый	Перекристаллизованные мелкозернистые (образовавшиеся снежинки)	Несмерзшийся (сыпучий)
	Снежинки (в виде зерен) крупнозернистые	Смерзшийся

Пушистый снег образуется из снежинок, выпавших в тихую, преимущественно морозную погоду. Снежинки имеют форму звездочек (диаметром до 6 *мм*). Пушистый снег отличается небольшой плотностью (0,06—0,12) и может сохраняться в первоначальном виде непродолжительное время. Быстро уплотняясь, он превращается либо в метелевый (при ветрах), либо в зернистый снег (при оттепелях).

Метелевый снег образуется или из снежинок, выпавших во время метели, преимущественно в морозную погоду, или из ранее выпавшего пушистого снега, переметенного и уплотненного ветром. Снежинки метелевого снега имеют сравнительно малый размер (до 1—2 *мм*). Плотность его 0,20 и более. Метелевый снег по мере таяния переходит в зернистый.

Зернистый снег образуется из пушистого и метелевого снега в результате таяния или перекристаллизации. Зернистый снег состоит из ледяных зерен округлой, угловатой или палочкообразной формы размером до 3 *мм*. При диаметре зерен менее 1 *мм* снег считается мелкозернистым, при диаметре более 1 *мм* — крупнозернистым. Плотность снега высокая, порядка 0,25 и более.

В снежном покрове одновременно могут встречаться различные типы снега, залегающие слоями.

Качественное состояние снега как дорожного полотна определяется глубиной (толщиной) снежного покрова и плотностью снега (весом снега в единице объема в $г/см^3$).

Плотность снега является одним из важных показателей возможности использования его для проезда автомобилей и в снежном покрове колеблется в больших пределах (0,01—0,7).

Плотность свежевыпавшего снега находится в прямой зависимости от температуры воздуха при снегопаде: чем выше температура воздуха, тем больше плотность снега.

Снежный покров по степени плотности может быть разделен на следующие пять групп:

	Плотность
Очень рыхлый	0,01—0,1
Рыхлый	0,1 —0,25
Средний	0,25—0,35
Плотный	0,35—0,45
Очень плотный	Свыше 0,45

При плотности свыше 0,35 по снежному покрову возможен проезд легких автомобилей (1,5 *т*), при плотности не менее 0,50 — тяжелых автомобилей.

Прочность снега соответствует его плотности лишь при низких температурах, при повышении же температуры до 0° соотношения меняются, так как появляющаяся при таянии снега вода, увеличивая объемный вес (плотность), делает снег более рыхлым и менее связным. Так например, насыщенный во время снеготаяния водой весенний снег имеет высокую плотность (объемный вес), но обладает исключительно низкой прочностью и несущей способностью.

Для проходимости автомобилей, кроме плотности, большое значение имеют структура снега, зернистость, влажность, рассыпчатость и др. Под влиянием оттепелей и ветров с метелями на поверхности снежного покрова образуется слой снега повышенной плотности. Этот уплотненный поверхностный слой снега называется настом. Толщина наста оказывает большое влияние на проходимость автомобилей по снегу. Плотность наста колеблется в пределах 0,35—0,55.

Характеристика основных типов настов приведена в табл. 18, составленной на основании опытных данных и по Зелигману и Ефимову.

Таблица 18

Тип наста	Характеристика наста	Условия образования наста	Условия проезжаемости наста
Солнечная корка	Тонкая ледяная корка, толщина ее несколько миллиметров; состоит из оплавленных зерен	Образуется в ясные морозные дни при оплавлении поверхностных слоев снега солнечными лучами; чаще всего образуется ранней весной	Легко пробивается и не препятствует движению
Дождевая корка	Тонкая, прозрачная ледяная корка; на поверхности часто видны бороздки	Образуется на поверхности снега в результате выпадения дождя	Очень скользкая и при достаточной толщине препятствует движению; опасна для передвижения на лошади, так как ледяная корка ранит ноги, проваливающиеся в рыхлый снег
Температурная корка	Плотная белая корка из мелких ледяных кристаллов	Образуется при замерзании оттаявшего в оттепель слоя снега	Замедляет движение колесных машин
Ветровой наст	Небольшой слой плотного снега (до 3 *см* толщины); матово-белый	Уплотненный ветром снег	Для движения колесных машин малоблагоприятен; создается дополнительное сопротивление движению

Движение автомобиля по снежному покрову, лежащему на мерзлом грунте, зависит от глубины покрова и состояния снега. Наибольшее значение для движения автомобилей по снегу имеют величина допускаемого удельного давления на снег и его плотность. Поддерживающая способность снега обусловливается силами внутреннего трения, которые противодействуют вдавливанию колес. Она увеличивается по мере углубления колес благодаря уплотнению снега и вызываемому тем самым вертикальному его напряжению. Чем выше температура, тем уплотнение и прилипание снега больше. При низкой температуре снег почти не уплотняется. В этом случае движение автомобилей наиболее затруднено, так как рассыпчатый снег имеет наименьшую под-

держивающую способность вследствие малого удельного веса.

Глубина снежного покрова характеризует сопротивление движению. Плотность снега характеризует сцепление ведущих колес со снежным покровом.

Наибольшую трудность передвижения по снежной целине представляют подъемы. Предельные углы подъема по сцеплению различны для различного снега и его состояния и характеризуются величинами, приведенными в табл. 19.

Таблица 19

Максимальные углы подъема автомобилей на снежном покрове

Марка автомобиля	Нагрузка в кузове, *т*	Характеристика снежного покрова			Максимальный угол подъема, град.
		структура и глубина	плотность, *г/см*³	температура снега, °С	
ЗИЛ-151	2,5	Зернистый, влажный, глубиной 15 *см*	0,10—0,15	—6	11
ГАЗ-63	1,5	То же	0,18	—0,5	11

§ 2. ОЦЕНКА ПРОХОДИМОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ ПО СНЕЖНОМУ ПОКРОВУ

Проходимость автомобилей по снежному покрову удобнее всего оценивать наибольшей глубиной преодолеваемого снежного покрова при условии, что предельная глубина снежного покрова должна быть связана с характеристикой снега, т. е. с его структурой и плотностью. Для установления возможности проезда автомобиля по намеченному направлению необходимо определить глубину снега. Глубина снега определяется оструганной деревянной рейкой с нанесенными на нее сантиметровыми делениями (снегомерная рейка). При однообразной толщине снежного покрова промеры производятся через 200 *м*. На местности, где толщина снега резко меняется (глубокие лога, овраги, открытые заносимые участки и т. п.), промеры глубины снежного покрова следует производить чаще, во всех характерных точках.

Простейшим прибором, при помощи которого можно в полевых условиях получить необходимые данные о состоя-

нии снега, является весовой плотномер. При помощи весового плотномера можно определить плотность снега на целине и решить вопрос о пригодности снежного покрова для движения автомобилей.

Весовой плотномер (рис. 43) состоит из цилиндра (трубы) и безмена. Цилиндр имеет внутренний диаметр 5 *см*, высоту 10 *см*. На безмене имеется шкала, по которой отсчитываются показания прибора в $г/см^3$. Для измерения плотности снега производят вертикальный разрез его и ци-

Рис. 43. Измерение плотности снега весовым плотномером

линдр ставят перпендикулярно разрезу, после чего нажимают на него до тех пор, пока он не заполнится снегом вровень с краями. Затем разгребают снег вокруг цилиндра, срезают под днищем снег лопатой и закрывают снизу цилиндр крышкой, после чего подвешивают его с пробой к безмену и определяют по делениям на безмене плотность снега.

Для разбивки шкалы на безмене нужно получить отношение объема воды, полученной из снега, к взятому цилиндром плотномера объему снега, причем площадь поперечного сечения цилиндра необходимо подсчитывать очень точно. Плотность снега в снежном покрове колеблется в пределах 0,01—0,7. Несущая способность снега в зависимости от его плотности при постоянной температуре — 8° С и ниже приведена в табл. 20.

Таблица 20

Плотность снега, *г/см³*	Несущая способность снега, *кг/см²*	Допускаемое движение
0,1 0,15	0,02 0,04	Лыжники
0,2 0,25	0,4 0,8	Гусеничный транспорт
0,3	2,0	Одиночное движение автомобиля грузоподъемностью 1,5 *т*
0,35	3,0	Одиночное движение автомобиля грузоподъемностью 3,0 *т*
0,40	4,0	Движение колонн автомобиля грузоподъемностью 3,0 *т*
0,50	6,0	Движение автомобиля грузоподъемностью 5 *т*

Оценка проезжаемости участка местности, покрытого снегом, производится при выборе направлений колонных путей и войсковых дорог инженерной разведкой. Разведывательные группы деревянными рейками измеряют глубину снежного покрова и весовыми плотномерами плотность снега. Как деревянная рейка, так и весовой плотномер могут быть изготовлены непосредственно в войсках. Для работы с ними назначается сержант или подготовленный солдат.

При отсутствии весового плотномера для определения плотности снега пользуются обыкновенным тонкостенным стаканом или металлической кружкой. Стакан (кружку) осторожно вдавливают в снежную поверхность настолько, чтобы он весь был внутри заполнен снегом. Затем стакан вынимают, следя за тем, чтобы снег из него не высыпался. После этого снег в стакане оттаивают. Если условиться принимать полный стакан воды за единицу, а отношение высоты слоя воды после оттаивания полного стакана к высоте стакана за плотность снега, то очевидно, что, если бы воды от снега получился полный стакан, плотность была бы равна единице.

К примеру, обычный чайный стакан имеет высоту 9 *см*, отсюда можно сделать вывод, что каждые 9 *мм* его высоты определяют плотность снега, равную 0,1. Имея такие данные, простым измерением высоты воды, получившейся от таяния снега в стакане, определяем плотность снега.

Во время инженерной разведки колонного пути надо стремиться выбирать направление маршрута по открытым, не защищенным растительностью участкам и возвышенностям, с которых сдувается снег. Низких мест, постоянно заносимых снегом и требующих расчистки, лучше по возможности избегать, так как расчистка снега — работа трудоемкая.

Следует обращать также внимание на наличие или возможность возникновения метели, так как в результате метели или снегопада толщина снежного покрова и состояние снега могут существенно измениться. Данные об ожидаемых снегопадах и метелях обычно получают от метеорологической службы. Среднюю скорость выполнения разведки по снежной целине в том случае, если разведчики передвигаются на машинах повышенной проходимости, можно считать равной 3—4 *км/час*. Разведчики, продвигаясь по заданному маршруту, делают остановки в местах, требующих обследования, где и производят необходимые измерения. Записав все нужные данные и обозначив на схеме условными знаками непроходимые места, разведчики двигаются дальше. Длина пройденных участков фиксируется по спидометру или по карте.

По результатам разведки составляется карта-схема с изображением пройденного маршрута, участков рыхлого и плотного снега (с указанием глубины покрова), труднопроходимых и непроходимых мест. Но ориентироваться на среднюю глубину снега на участке при оценке его проходимости можно не всегда, так как глубина снега на местности различна в зависимости от рельефа.

Западины, балки и канавы всегда имеют бо́льшую глубину снежного покрова, чем окружающая местность, поэтому при выборе направления движения необходимо разведать местность, промерив глубину снега. Препятствиями при движении могут оказаться и пни, занесенные снегом.

§ 3. ДВИЖЕНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ ПО СНЕЖНОЙ ЦЕЛИНЕ

Движение автомобилей по снежной целине затрудняется тем, что колеса вследствие малой несущей способности снега прорезают его и проваливаются. Поэтому по снежной целине следует ехать по проложенной колее, не отклоняясь в сторону. Скорость движения не должна превышать 25 *км/час*. При более быстром движении автомобиль может съехать с колеи и его затянет в снег.

Небольшие снежные переметы в пути преодолеваются с ходу. Если перемет (сугроб) преодолеть не удастся и автомобиль остановится, необходимо его осадить назад и снова попытаться двигаться вперед по прежней колее. Такой способ, повторенный несколько раз, даст возможность преодолеть сугроб. При вынужденной остановке на снежной целине тронуться с места будет трудно, так как сила сцепления ведущих колес со снежным покровом невелика. Чтобы облегчить трогание, необходимо осадить машину назад на 10—15 *м* по старой колее и трогаться дальше.

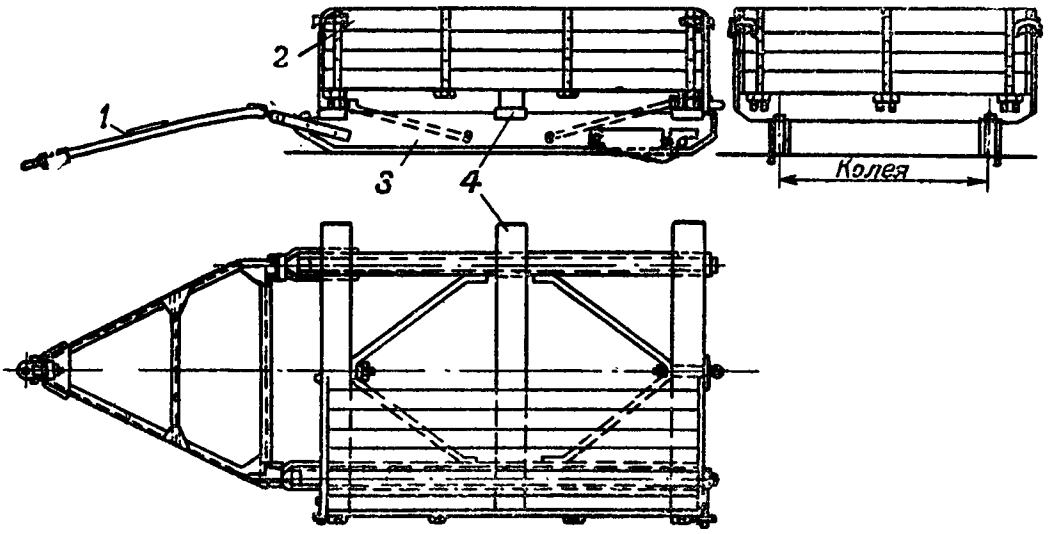


Рис. 44. Прицеп-сани:
1 — дышло; *2* — кузов; *3* — полозья; *4* — поперечины

При движении колонны по снежной целине машины, следующие за головной, должны двигаться по проложенной колее с дистанцией не менее 30 *м* между машинами, не отклоняясь в сторону. Вождение головной машины следует поручать наиболее опытному водителю, а на колеса ее должны быть надеты цепи противоскольжения или намотаны толстые веревки.

В зимних условиях целесообразно применение прицепов-саней (рис. 44). Большим преимуществом прицепов-саней является простота конструкции. Для их изготовления не требуются ступицы, подшипники, колеса, резина, рессоры и другие сложные детали. Из металлических изделий нужна только полосовая сталь для обивки деревянных полозьев, уголок для дышла, круглая сталь для растяжек и болты с гайками.

Усилие, требуемое для первоначального сдвига прицепа-саней, резко изменяется в зависимости от температуры воздуха.

Наибольшее прилипание снега, а следовательно, и наибольшее требуемое тяговое усилие наблюдается при температуре воздуха +2° С. Во избежание примерзания полозьев к снежному пути рекомендуется перед остановкой подкладывать под сани деревянные катки.

Рассмотрим ориентировочные пределы проходимости автомобилей по снежной целине.

Практика показала, что для автомобилей ГАЗ-63 и ЗИЛ-151 преодолеваемая предельная глубина снежного покрова равна радиусу колеса автомобиля. Сказанное справедливо для снежного покрова плотностью 0,15—0,30 без заметного наста.

При повышении плотности снежного покрова до величин 0,35—0,40 предельная глубина снежного покрова становится меньше радиуса колеса на 5—10 *см*.

При проезде автомобилей по ранее проложенной колее сопротивление движению уменьшается. Это подтверждается практическими данными. Так например, при проходе автомобиля ЗИЛ-151 по снежной целине по одной и той же колее со скоростью 5 *км/час* (глубина снежного покрова 50 *см*, температура снега — 3° С, нагрузка в кузове 2500 *кг*, общий вес автомобиля 8200 *кг*) потребное усилие на буксование при повторных проходах снижалось в два раза. Полученные данные сведены в табл. 21.

Таблица 21

Проход	Усилие на буксование, *кг*	Глубина колеи от поверхности снежного покрова, *см*	Гиревой ударник (вес гири 0,5 *кг*)	Плотность снега после прохода (в колее), *г/см*³	Коэффициент сопротивления движению
Первый	2700	30	10	0,40	0,330
Третий	1460	32	15	0,43	0,178
Пятый	1380	34	16	0,47	0,168
Седьмой	1100	38	17	0,50	0,134
Девятый	1060	37	17	0,51	0,129
Семнадцатый	1030	38	23	0,53	0,126

Опытами установлено, что проходимость автомобилей по крупнозернистому сухому снегу снижается с увеличением

плотности снега. Так, автомобиль ГАЗ-63 при плотности 0,15—0,20 теряет проходимость при глубине снега 58 *см*, в то время как при плотности 0,4 предел проходимости наступает на глубине 40 *см*. Одновременно с повышением плотности снега повышается и коэффициент сопротивления движению с 0,18 до 0,22.

Сухой рыхлый (малой плотности) зернистый снег прорезается колесами почти до грунта (уплотненный слой снега под задними колесами составляет 2—4 *см*) и вытесняется в стороны. Автомобили с одинарными колесами (ГАЗ-63) передвигаются сравнительно легко по сухому рыхлому снегу; предел проходимости у них наступает тогда, когда передний буфер начинает погружаться в снег и двигать его перед собой.

Практикой установлено, что проходимость автомобилей с одинарными колесами (ГАЗ-63) по снежному покрову всегда выше проходимости автомобилей с двойными колесами (ГАЗ-51, ЗИЛ-151, ЗИЛ-150) за счет лучшего уплотнения снега под колесом и уменьшения ширины колеи в два раза.

Автомобиль ЗИЛ-151 при наличии двойных колес на двух задних осях не может двигаться по зернистому снегу глубиной 40—45 *см*, но преодолевает его с одинарными колесами. Это объясняется тем, что при двойных колесах ширина образующейся в снегу колеи в два раза больше, чем при одинарных колесах, а следовательно, и работа, затрачиваемая на деформацию снега, в первом случае значительно больше, чем во втором.

Снятие внешних колес задних мостов повышает проходимость автомобиля только при движении на снежном покрове. Предельная глубина преодолеваемого снежного покрова при снятии внешних колес на автомобиле ЗИЛ-151 возрастает примерно в 1,5 раза, при этом коэффициент сцепления автомобиля увеличивается на 40% по сравнению с коэффициентом сцепления двухскатного автомобиля. Объясняется это тем, что при снятии внешних колес ширина колеи под каждым колесом уменьшается в два раза, а глубина колеи увеличивается всего на 40%, так как дальнейшему углублению колеи препятствует твердый грунт, на котором лежит снежный покров; одновременно за счет лучшего уплотнения снега под колесом увеличивается коэффициент сцепления, в результате чего проходимость односкатных автомобилей повышается. Однако такая мера должна считаться временной, как выход из положения, при

движении только по снежной целине и по заснеженным дорогам, так как это вызывает перегрузку шин и при длительной работе будет вызывать быстрый их износ.

При наличии поверх зернистого снега слоя свежевыпавшего сырого метелевого снега (двухслойный снег) свойства снега как дорожного полотна изменяются. В этом случае зернистый снег теряет свойство рассыпчатости, так как при движении верхний метелевый снег вдавливается в нижний зернистый, связывает его и уплотняется под колесами. При движении по такому снегу грунтозацепы колеса оставляют на дне колеи четкий отпечаток, вследствие чего сцепные свойства колеса со снегом улучшаются. Так, коэффициент сцепления автомобиля ЗИЛ-151 на влажном двухслойном снеге равен 0,22—0,24, в то время как на влажном зернистом снеге он не превышает 0,17.

Непрочный наст на крупнозернистом снеге значительно затрудняет движение. Наст ломается большими кусками, которые перемещаются колесами в стороны, частично попадают под передний мост и создают добавочное сопротивление движению.

Пределы проходимости автомобилей по влажному снегу выше, чем по сухому. Это явление объясняется характером колееобразования и зацеплением между протектором ведущего колеса и снегом.

При движении по сухому снегу образуется широкая колея с осыпающимися краями, которая мало сказывается на уменьшении сопротивления движению, так как каждое колесо преодолевает значительное сопротивление осыпавшегося в колею снега. Кроме этого, плохая уплотняемость сухого снега резко снижает и сцепление ведущих колес со снегом.

При движении по влажному снегу колея принимает определенную форму; снег хорошо уплотняется, и движение задних колес по колее, уплотненной передними колесами, снижает сопротивление движению автомобиля.

Благодаря хорошей уплотняемости влажного снега грунтозацепы ведущих колес, вдавливаясь в уплотненный слой снега, увеличивают сцепление колеса со снегом. Подтверждая сказанное цифровыми данными, можно отметить, что автомобиль ЗИЛ-151 на крупнозернистом сухом снегу при его плотности 0,30—0,35 имеет коэффициент сопротивления движению 0,16, а на влажном крупнозернистом снегу при плотности 0,35—0,40 коэффициент сопротивления движению не превышает 0,15.

Повышенное сопротивление движению и плохое сцепление колес с сухим снегом ухудшают и сцепные качества автомобиля. Так, например, автомобиль ЗИЛ-151 на сухом снегу с плотностью 0,10—0,18 при глубине снежного покрова 28 *см* с нагрузкой в кузове 2 200 *кг* имеет коэффициент сцепления всего 0,055.

Автомобиль ГАЗ-51 без стандартных звенчатых цепей практически не преодолевает снежный покров глубиной 15 *см*. Постановка цепей на ведущие колеса увеличивает преодолеваемую предельную глубину снега до 30 *см* (двухслойный снег), причем коэффициент сцепления увеличивается с 0,08 до 0,30.

При остановке автомобиля на снежном покрове нельзя допускать продолжительного буксования его колес на месте, потому что это приведет к образованию обледенелых лунок под колесами, из которых впоследствии трудно выйти без посторонней помощи.

Включение переднего моста автомобилей ЗИЛ-151, ГАЗ-63, ГАЗ-69 повышает их сцепные качества (силу тяги по сцеплению) со снежным покровом на 28—30%.

§ 4. СПОСОБЫ, ПОВЫШАЮЩИЕ ПРОХОДИМОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ ПО СНЕЖНОМУ ПОКРОВУ

Снежный покров затрудняет движение автомобилей по целине.

Особенно трудную задачу представляет прокладывание колонных путей при снегопадах и сильных метелях. В этот период личному составу необходимо прилагать много усилий для уборки снежных заносов, которые часто служат причиной перерывов в движении автотранспорта.

Основным способом, обеспечивающим проходимость автомобилей по снежной целине, является расчистка пути от снега. Колонные пути для автомобилей прокладываются по снежной целине путем уплотнения или расчистки снега. Способ прокладывания зависит от толщины снежного покрова, наличия сил и средств механизации. Наиболее эффективным способом прокладывания колонного пути по снежной целине является очистка трассы колонного пути от снега снегоочистительными машинами. Для сокращения работ по расчистке снега трассу колонного пути следует выбирать по участкам местности с небольшим слоем снега, по хорошо промерзшим низинам и по льду рек и озер. При выборе трассы колонного пути зимой необходимо учиты-

вать условия заноса колонного пути снегом. Наименьшая заносимость колонного пути будет в том случае, если трасса колонного пути будет совпадать с направлением ветра или проходить под углом не более 15° к его направлению. Не заносятся снегом выемки, балки, овраги глубиной более 6,0 *м*, насыпи высотой более 1,0 *м*; слабо заносятся выемки глубиной свыше 2,5 *м* и насыпи выше 0,5 *м*; сильно заносятся выемки, балки и овраги глубиной до 2,5 *м*, насыпи высотой до 0,5 *м*, а также равнинные открытые участки местности.

В связи с трудностью расчистки снега на целине встает вопрос об использовании наряду с очищенными от снега зимними путями также колонных путей, покрытых слоем уплотненного снега.

Выбор способа повышения проходимости автомобилей по целине требует от офицеров инженерных войск изобретательности и глубокого понимания обстановки.

Рассмотрим более подробно способы повышения проходимости автомобилей по снежной целине.

Повышение проходимости автомобилей по снежной целине путем уплотнения снега

Колонные пути при температуре воздуха от —5° С и ниже могут быть проложены по целине путем уплотнения снежного покрова бороной и катком с тракторной тягой.

Уплотнение снега заключается:

— в перемешивании и разрушении естественной структуры снега, производимых бороной;

— в укатке снежного покрова катками.

Борона и каток изготовляются из дерева с применением простейших поковок силами войск. Сразу после укатки пропускать по трассе транспорт не следует. Желательно, чтобы уплотненный снежный покров в течение 4—5 час. промерз и затвердел.

После выпадения свежего снега колонный путь снова укатывают катками.

Прочность уплотненного снежного покрова на дорогах, качество произведенных по уплотнению снега работ и готовность дороги в целом к открытию движения по ней определяются гиревым ударником, который может быть изготовлен непосредственно в войсках.

Ударник портативен и удобен тем, что позволяет опробовать уплотненный снег на сравнительно большую глубину. Гиревой ударник представляет собой металлический

шток круглого сечения длиной 57 *см* с двумя шайбами и свободно скользящей между ними гирей весом 0,5 *кг*. Шток оканчивается вверху ручкой, а внизу — цилиндрическим штампом длиной 10 *см* с площадью поперечного сечения 1 $см^2$ (диаметр 11,3 *мм*).

При замерах гиревой ударник ставят на поверхность уплотненного снега в испытуемой точке штампом вниз, поднимают гирю к верхней шайбе и затем отпускают. Гиря, падая с высоты 30 *см*, ударяет по нижней шайбе и забивает штамп в снег. Удары повторяют до тех пор, пока штамп не погрузится в уплотненный снег до нижней шайбы. Прочность снега определяют по числу ударов гири, необходимых для погружения штампа в уплотненный снег на 10 *см*. Замер в одной точке занимает всего 1 мин., но при глубоком уплотненном снежном покрове необходимо в каждой точке производить два — три последовательных замера по глубине со снятием пройденных штампом слоев снега, что увеличивает время на все замеры в одной точке в три — четыре раза. Количество ударов гири характеризует сопротивление снега образованию колеи и позволяет при помощи табл. 22, составленной по опытным данным, определить вероятное количество проходов автомобилей по одному следу до посадки их дифером в снег.

Таблица 22

Допускаемая интенсивность движения автомобилей в зависимости от прочности уплотненного снега

Число ударов гиревого ударника	Плотность снега при температуре воздуха ниже —8°С, *г/см³*	Ориентировочное количество проходов автомобиля до посадки дифером				
		грузоподъемностью, *т*				
		1,5	2,0	3,0	4,0	5,0
20	0,30	2	1	1	1	0
23	0,35	5	3	2	2	1
33	0,40	40	30	20	17	7
45	0,45	50	35	30	20	15
49	0,50	200	140	100	70	50
51	0,55	300	200	150	100	75
52	0,60	500	360	250	180	125
53	0,65	700	500	350	250	175
54	0,70	900	660	450	330	225

Если для забивки штампа до шайбы потребовалось больше 20 ударов, проходимость уплотненного снега опре-

нии в обратном направлении он производит уширение пути на 1 *м*, работая одной стороной отвала. Третьим заходом машина производит уширение колонного пути с другой стороны, перемещая на 1 *м* в сторону снежный валик, образовавшийся после первого прохода.

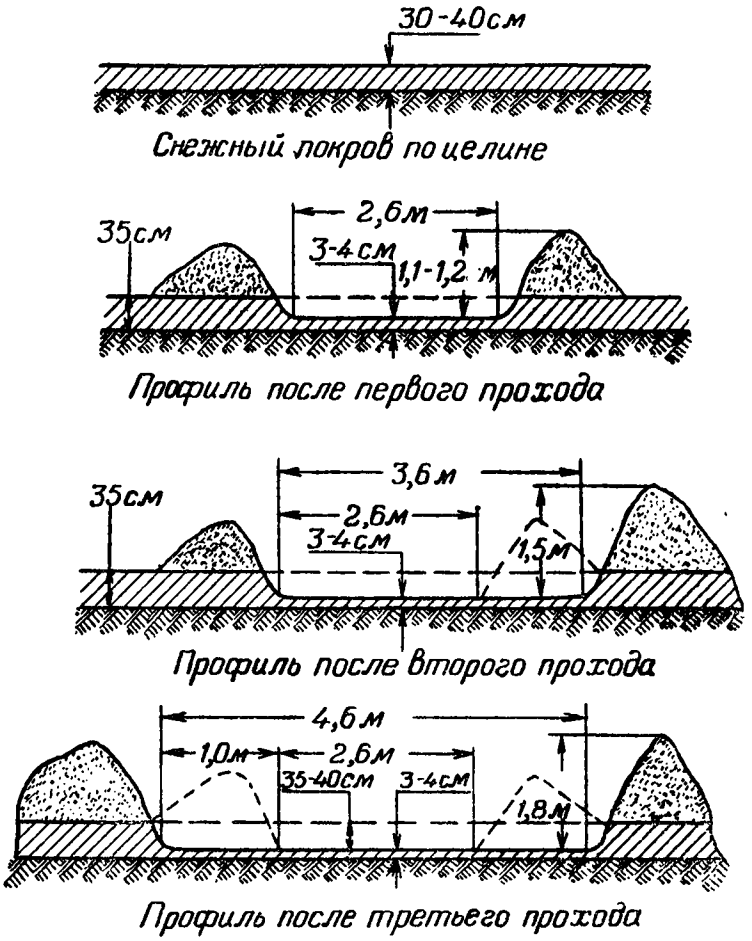


Рис. 46. Поперечные профили пути, проложенного автогрейдером Д-144 с навесным снегоочистителем

При уширении колонного пути следует обеспечивать перекрытие полосы, очищенной за первый проход, на 0,5 *м* как с правой, так и с левой стороны.

За три прохода автогрейдер с навесным снегоочистительным оборудованием очищает полосу шириной 4,6 *м* при толщине снежного покрова 0,6 *м*.

Расчистка трассы колонного пути от снега в зависимости от требуемой ширины проезда и толщины снежного покрова производится за один или несколько проходов снегоочистителя.

При работе снегоочистителя на предельной для него толщине снежного покрова прокладывание колонного пути на снежной целине производится двумя проходами снегоочистителя по одному следу, при этом за первый проход производится пробивка и частичная расчистка полосы, а за второй — полная очистка полосы от снега.

В зимних условиях расчистка трассы колонного пути от кустарника может успешно выполняться танковым и тракторным снегоочистителями, которые при своем проходе одновременно с очисткой полосы от снега производят срезание кустарника.

Рассмотрим несколько примеров возможного использования существующих дорожных средств для расчистки снега при прокладывании колонных путей.

Танковый снегоочиститель (рис. 47) целесообразно применять при толщине снежного покрова до 1,2 *м*. При пер-

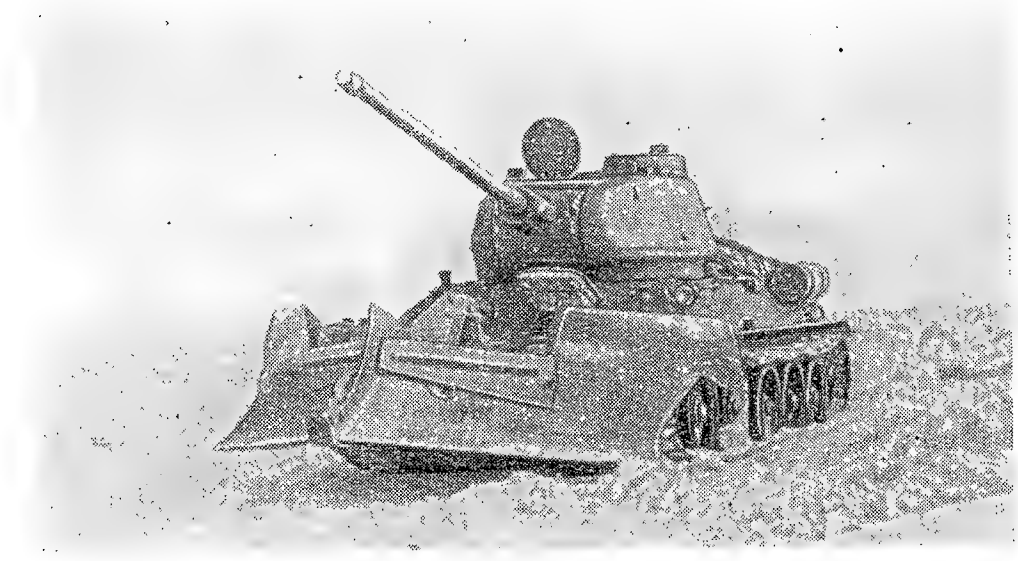


Рис. 47. Танковый снегоочиститель СТУ

вом прямом ходе машина, двигаясь на расстоянии 0,5 *м* справа от намеченной оси колонного пути, перемещает снег обеими сторонами отвала, очищая полосу шириной 3,2 *м*. Вид расчищенного участка пути приведен на рис. 48.

Двигаясь в обратном направлении, снегоочиститель производит уширение пути влево или вправо до 4,2 *м* путем смещения снежного валика, образовавшегося после первого прохода машины. При уширении пути должно быть обеспечено перекрытие полосы, очищенной первым заходом ма-

шины на 0,5 *м*. Для этого не следует прижимать носок отвала близко к снежному валику, образованному в результате прямого хода машины. При обратном ходе ориентиром может служить след от левой гусеницы, оставшийся после первого захода машины. По этому следу направляется движение левой гусеницы снегоочистителя.

Рис. 48. Вид расчищенного участка колонного пути танковым снегоочистителем

Для удобства наблюдения за работой машины левый закрылок следует откинуть (открыть). Порядок работы танкового снегоочистителя приведен на рис. 49. Если колонный путь прокладывается двумя танковыми снегоочистителями, то порядок работы может быть следующий (рис. 50):

— первый снегоочиститель, двигаясь на 0,5 *м* влево от оси намеченного пути, очищает слой снега на всю ширину отвала;

— второй снегоочиститель, двигаясь уступом вслед за первой машиной на удалении 70—80 *м* от нее, уширяет правой стороной отвала колонный путь до 4,2 *м*.

Рекомендуемая схема движения снегоочистителей обеспечивает максимальную скорость прокладывания пути, которая будет равна рабочей скорости движения танка.

Плужный тракторный снегоочиститель Д-180В целесообразно применять для расчистки трассы колонного пути при толщине снежного покрова до 1 *м*.

Работая основным отвалом, тракторный снегоочиститель очищает за один проход полосу шириной 3,1 *м*.

Порядок работы тракторного снегоочистителя по расчистке снега аналогичен порядку работы танкового снего-

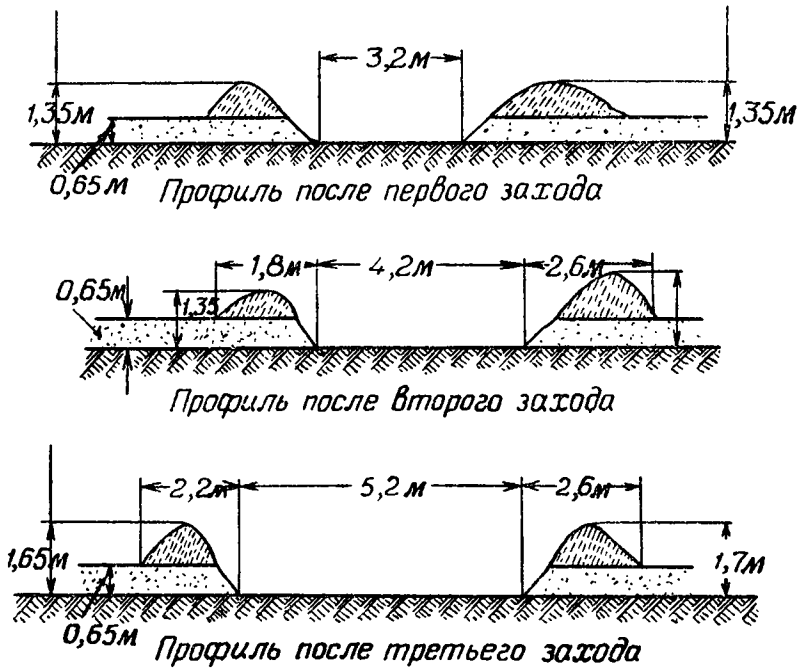


Рис. 49. Поперечные профили пути после прохода танкового снегоочистителя

очистителя. В то же время опыты показали, что с развернутыми крыльями тракторный снегоочиститель работы по расчистке трассы колонного пути от снега качественно производить не может, так как при толщине снежного покрова более 30 *см* происходит интенсивное пересыпание снега

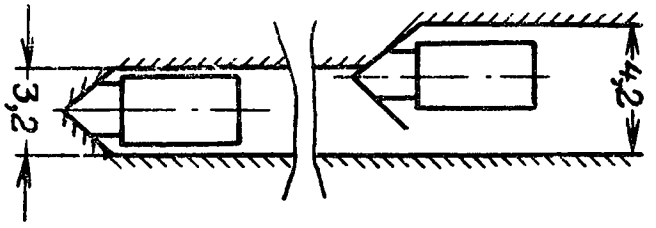


Рис. 50. Схема расчистки пути двумя танковыми снегоочистителями

через крылья снегоочистителя и, кроме того, в промежутке между крыльями и основным отвалом образуются два небольших валика из снега высотой до 10 *см*.

Существенным недостатком тракторного снегоочистителя, ограничивающим его использование для указанной цели, является малая транспортная скорость. Средняя производительность этой машины при прокладывании пути шириной 4—5 *м* составляет 1,5 *км/час*.

Для расчистки снега толщиной до 0,4 *м* могут использоваться автогрейдер Д-144 и прицепной грейдер Д-20Б, работа которых по расчистке снега организуется следующим образом. Автогрейдер (грейдер), двигаясь по одну сторону от оси колонного пути, расчищает снег и сдвигает его в сторону. При движении в обратном направлении автогрейдер (грейдер) расчищает полосу от снега по другую сторону от оси колонного пути; при этом первая полоса должна перекрываться не менее чем на 0,5 *м*; снег перемещается на другую сторону колонного пути. За час работы один автогрейдер (грейдер) расчищает колонный путь шириной 6 *м*, протяженностью 1,2 *км*.

На местности с кустарником и мелколесьем целесообразно применять универсальный бульдозер Д-259, который наряду с расчисткой полосы от снега срезает кустарник и мелкие деревья и удаляет пни.

Ширина полосы, очищаемой за первый проход бульдозера, составляет 2,8 *м*. Вторым проходом бульдозер производит уширение полосы проезда до 4,2 *м*.

На открытых участках местности целесообразно расчищать трассу колонного пути от снега, используя группу дорожных машин.

Рекомендуется иметь в составе такой группы бульдозер Д-259 или Д-271 и два прицепных грейдера Д-20.

При снежном покрове глубиной до 0,5 *м* группа машин указанного состава за один заезд прокладывает колонный путь шириной 7 *м*.

Группа машин выполняет работы в следующем порядке: впереди следует бульдозер, который расчищает снег, а также удаляет отдельные мелкие деревья и пни. При наличии бульдозера Д-271 он используется для удаления пней и камней, валки деревьев и расчистки отдельных снежных заносов; при наличии универсального бульдозера Д-259 он используется, кроме упомянутых работ, и для сплошной расчистки пути от снега. Для выбора снегоочистительных средств приводим таблицу технико-эксплуатационных показателей дорожных средств, составленную по результатам полевых работ по снегорасчистке.

Таблица 24

Показатели дорожных средств на работах по снегорасчистке

Наименование машины	Скорость передвижения, *км/час*	Ширина снегорасчистки за один проход, *м*	Характеристика расчищаемого снежного покрова		Средняя производительность, *км/час* (при расчистке полосы шириной 6,0 *м*)	Примечание
			высота, *м*	плотность, *г/см*^{3}		
Бульдозер Д-271	2,0	2,8	0,20	0,25	0,6	
Тракторный снегоочиститель Д-180В	3,0	3,1	1,2	0,35	1,0	При работе основным отвалом
Тяжелый автогрейдер Д-144 . . .	3,2	3,0	0,4	0,3	1,5	Отваливание снега на одну сторону
Д-144 с навесным снегоочистителем	3,0	2,5	0,6	0,3	0,6	
Прицепной грейдер Д-20	2,8	3,0	0,4	0,3	1,2	То же

Кроме вышеуказанных дорожных машин, предназначенных для расчистки снега, войсками могут быть изготовлены на месте из подручных материалов простейшие средства, пригодные для очистки путей от снега.

К группе простейших средств относятся одноотвальные и двухотвальные тракторные треугольники и волокуши, изготовляемые чаще всего из дерева с применением металла только для нижней режущей части прицепного устройства и для крепежных деталей.

К треугольникам, предназначенным для снегорасчистки колонных путей, следует прикреплять по периметру нижней части швеллер, уголок или рельс. На каждом треугольнике делается площадка для груза (рис. 51).

Треугольники применяются при расчистке снежного покрова толщиной до 0,5 *м*. Лучший успех расчистки полу-

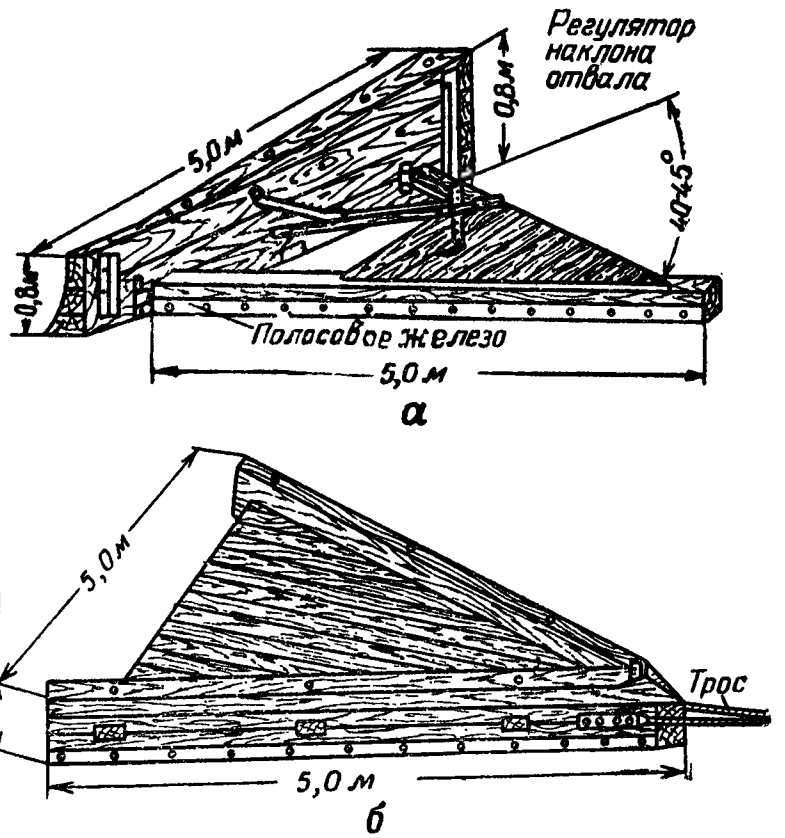


Рис. 51. Тракторные треугольники:
а — одноотвальный; *б* — двухотвальный

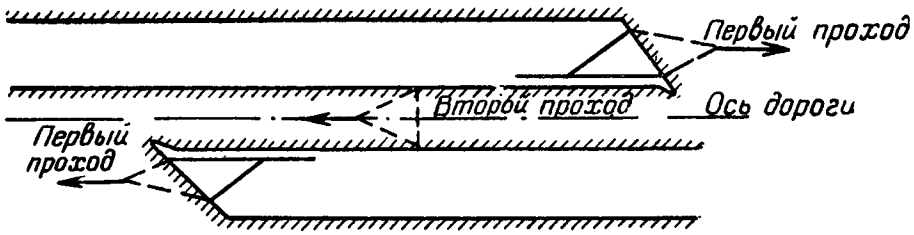


Рис. 52. Схема расчистки пути тракторными треугольниками при глубоком снежном покрове

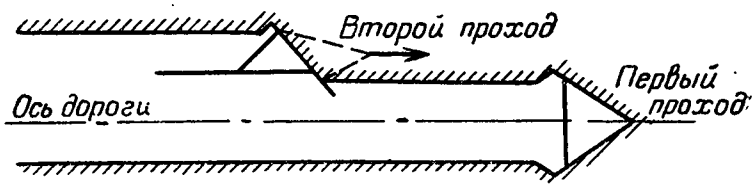


Рис. 53. Схема расчистки пути тракторными треугольниками при неглубоком снежном покрове

чается при одновременном применении двухотвальных и одноотвальных треугольников.

При значительной глубине снежного покрова нужно сначала сделать проходы для очистки краев пути, после чего расчистить среднюю часть пути и затем вторично пройти по краям. При этом проходы по краям осуществляются одноотвальным треугольником, а проходы посередине пути — двухотвальным (рис. 52).

При небольшой толщине снежного покрова (до 15—20 *см*) сначала производится проход двухотвального треугольника посередине пути, а затем полоса расчистки расширяется одноотвальными треугольниками (рис. 53).

В зависимости от вида движения по колонному пути, состояния снежного покрова, ширины расчистки и типа имеющихся снегоочистительных средств офицеры инженерных войск должны уметь правильно производить выбор способа повышения проезжаемости снежной целины.

Глава пятая

ПОДГОТОВКА ПУТЕЙ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ В НОЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Минувшая война, особенно ее завершающий этап, дает немало примеров успешных ночных действий инженерных частей и подразделений по подготовке войсковых путей.

В послевоенный период появилось оружие массового поражения. В связи с этим значение ночных действий еще более возросло. Ночь дает возможность даже при наличии совершенных разведывательных средств скрыто подготовить войсковые пути для внезапного маневра. Самой собой разумеется, что саперы с успехом могут использовать темное время суток, если они будут хорошо обучены ночным действиям. Но подготовить саперов к ночным действиям можно только путем постоянной и систематической тренировки. Прокладывание войсковых путей ночью не является новым видом работ. В войнах прошлого ночь широко использовалась для подготовки путей маневра.

Подготовку путей ночью выгодно производить по следующим причинам: легче скрыть работы по прокладке путей; выигрывается время, что позволяет увеличить среднесуточные темпы прокладывания путей; уменьшаются потери личного состава и техники от огня противника.

Вместе с тем подготовка путей движения автомобилей в ночных условиях является сложным видом работ, имеющим некоторые особенности: во-первых, саперам трудно ориентироваться на местности и выдерживать заданное направление пути; во-вторых, усложняется управление подразделениями и ограничиваются возможности использования некоторых дорожных средств; в-третьих, повышается утомляемость личного состава и затрудняется разведка препятствий и заграждений.

Боевые действия войск ночью предъявляют новые требования к темпам прокладывания войсковых путей, изменяют характер и объем работ при прокладывании путей и требуют оснащения войск новыми высокопроизводительными, быстроходными и маневренными инженерными машинами. Ночью труднее прокладывать войсковые дороги, кроме того, их качество должно быть высоким.

Рассмотрим влияние ночных условий на характер и объемы работ при прокладывании войсковых путей. К препятствиям, которые особенно затрудняют подготовку войсковых путей в ночных условиях, относятся лесные завалы и радиоактивно зараженные участки местности. Поэтому работы ночью ведутся в стесненных условиях, что ограничивает работоспособность солдат, требует организации сменной работы. Примерный объем работ в условиях среднепересеченной местности может быть таким: на одном из маршрутов наступления войск возможно придется преодолеть, помимо обычных заграждений, очаги разрушений и заражения от взрыва атомных бомб или снарядов, а в некоторых случаях дополнительно участки местности протяженностью до 500 *м* каждый, преднамеренно зараженные противником при помощи специальных боевых радиоактивных веществ БРВ. В лесистой местности, кроме того, придется проделать проходы в лесных завалах и потушить пожары, а в населенных пунктах расчистить отдельные улицы от обломков обвалившихся зданий.

При наступлении ночью в оперативной глубине, особенно при преследовании поспешно отходящего противника, объем работ по прокладыванию путей через районы разрушений и заграждений немного сократится из-за меньшей плотности заграждений. Однако ввиду непродолжительности ночи работы должны производиться в более короткие сроки.

В оперативной глубине разрушения и заграждения могут быть отдельными очагами на главных магистралях.

Серьезным препятствием, затрудняющим продвижение войск ночью, могут являться разрушения и повреждения мостов, переправ и различного рода дорожных сооружений.

Для прокладывания путей в ночных условиях создаются отряды обеспечения движения (ООД), способные прокладывать пути в требуемых темпах. В зависимости от глубины поставленных задач ООД должны выполнять минимально необходимое количество работ, без которого невозможен

пропуск тех частей или соединений, от которых они высланы. Однако даже при этом условии объем работ будет в большинстве случаев очень большим, поэтому ООД должны иметь широкий фронт работ, чтобы обеспечить одновременное использование всех имеющихся средств механизации.

Широкий фронт работ может быть достигнут при работе перекатами. Для этого в составе ООД должны быть дорожные и путепрокладочные машины, которые обеспечивали бы быстрый пропуск подразделений ООД через узкие препятствия (небольшие реки, каналы и т. д.).

Особое значение при работе перекатами имеет четкая организация радиосвязи между командиром отряда и его подразделениями и даже отдельными машинами.

Для удобства выполнения работ и управления отряд целесообразно разбить на группы, каждая из которых должна иметь свои конкретные задачи и получать определенные средства усиления в зависимости от объема и сроков производства работ. Такими группами могут быть, например, группа разведки и разграждения, группа боевого обеспечения, дорожно-мостовая группа. В лесистой местности может быть организована специальная группа по борьбе с пожарами.

Помимо выполнения обычных работ, группа разведки и разграждения производит обнаружение очагов заражения местности радиоактивными веществами, а при встрече с районами разрушений выявляет направление преодоления их с минимальным объемом работ.

Личный состав инженерных подразделений для успешного решения задачи подготовки путей в ночных условиях должен проявлять инициативу в изыскании рациональных методов и способов выполнения дорожных работ, а также новых средств освещения и обозначения.

Успех работ по подготовке путей ночью в значительной мере зависит от умения расчетов дорожных машин наиболее эффективно использовать технику.

При обучении саперов действиям в ночных условиях главное внимание следует уделять приобретению личным составом подразделений навыка в ориентировании и выполнении дорожных работ с широким использованием средств механизации.

Состав подразделений, выполняющих работы по прокладыванию колонного пути ночью, должен быть усилен по сравнению с обычным в полтора — два раза. Усиление со-

става подразделений зависит от конкретных условий и особенно от состояния видимости.

Оборудование путей ночью, как правило, производится только для одностороннего движения. Однако и это условие требует увеличения сил и средств на выполнение работ в заданном темпе по сравнению с выполнением работ в дневных условиях.

Колонные пути ночью необходимо обозначать специальными знаками и указателями.

В настоящей главе рассматриваются лишь возможные варианты подготовки путей движения автомобилей в ночных условиях и даются основные данные для организации работ, которые необходимо применять, сообразуясь с обстановкой, учитывая при этом непрерывное развитие инженерной техники, а также средств светового обеспечения и способов их применения.

§ 1. ВЕДЕНИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ РАЗВЕДКИ В НОЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Задачи инженерной разведки при прокладывании колонных путей ночью остаются в основном те же, что и в дневных условиях, хотя имеются и особенности, вызываемые специфическими условиями ночного времени.

Во-первых, увеличивается количество разведывательных групп в связи с тем, что наблюдение в ночное время ведется в меньших секторах и на меньшую дальность, чем днем. Во-вторых, для повышения эффективности инженерной разведки в ночное время, как правило, применяются осветительные средства. В-третьих, ночью ввиду трудности наблюдения ширина разведываемой полосы сокращается и удаление разведывательной группы от дорожно-мостовой группы ООД уменьшается.

Разведка местности в ночных условиях затруднена и не дает достаточно полных данных, поэтому инженерную разведку маршрута необходимо стараться производить в светлое время суток. Трасса пути должна быть предварительно изучена разведывательной группой по карте, аэрофотоснимкам или другим источникам.

Особое внимание разведывательная группа обращает на установление мест минирования, на состояние и проезжаемость пути, подходов к переправам, мостам, бродам, переходам через болота и заболоченные участки местности, а также на наличие подручных материалов для усиления слабых участков пути.

Участки пути в ночных условиях выбирают по возможности прямолинейными, даже если необходимо увеличить объем дорожных работ.

Помимо обычных задач по разведке маршрута, группа производит обозначение границ выбранного пути светящимися знаками или вехами, окрашенными известью, мелом или белилами. Светящиеся ориентирные знаки устанавливаются так, чтобы они не были видны со стороны противника.

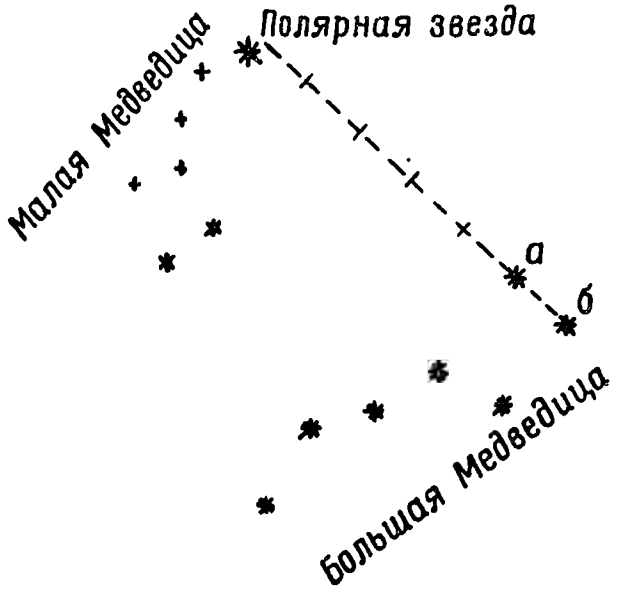


Рис. 54. Нахождение на небе Полярной звезды

Разведка и провешивание колонного пути могут производиться следующим образом. Командир разведывательной группы, ориентируясь по карте и просматривая местность, указывает направление разведываемого пути. Двое дозорных двигаются по указанному направлению и просматривают местность невооруженным глазом или при помощи специальных приборов (один из дозорных снабжен щупом, другой миноискателем). За ними следует командир отделения с картой и компасом. По обе стороны от командира отделения и впереди следует по одному саперу с миноискателями и щупами. Остальные производят обозначение колонного пути знаками и ограждают опасные места.

В звездную ночь командир разведывательной группы может ориентироваться по Полярной звезде, которая всегда находится в направлении на север. Если две крайние звезды (*а* и *б*, рис. 54) созвездия Большой Медведицы соединить

линией и мысленно продолжить эту линию примерно на величину, равную пятикратному расстоянию между этими звездами, то около конца этой линии можно заметить Полярную звезду, находящуюся в хвосте другого созвездия, называемого Малой Медведицей. Став лицом к Полярной звезде, получим направление на север. Выбранное направление сразу закрепляется двумя рядами светящихся вех, устанавливаемых по правой и левой границам полосы колонного пути.

Во время осмотра местности разведывательная группа определяет возможность преодоления или обхода встречаемых препятствий, устанавливает примерный объем работ по прокладыванию колонного пути, производит обозначение отдельных видов работ. Разведывательная группа также устанавливает предупредительные знаки, а опасные для движения места (минные поля, воронки, обрывы и т. д.) ограждает. Большое влияние на ход выполнения работ по разведке и оборудованию путей в ночных условиях оказывает природная освещенность и видимость.

§ 2. ПРИРОДНАЯ ОСВЕЩЕННОСТЬ И ВИДИМОСТЬ

Степень видимости как далеких, так и близких предметов на местности меняется в очень широких пределах. Например, каждые сутки дневное освещение, при котором отчетливо видны самые мелкие детали предметов, сменяется ночным мраком с характерным для него почти полным отсутствием видимости. Условия освещения и видимости в разные ночи весьма различны.

В безлунные пасмурные ночи иногда бывает так темно, что невозможно разглядеть ни горизонта, ни самые крупные близкие предметы. При Луне же становится настолько светло, что видимость оказывается вполне благоприятной, особенно при безоблачной погоде, и на местности, покрытой снегом.

Ночью видимость светящихся объектов (например, сигнальных огней на путях, пламени костров или пожаров) бывает значительно выше, чем для предметов, не испускающих собственного света. Видимость предмета на пути движения автомобиля зависит от различных факторов. По своему характеру эти факторы можно разделить на следующие группы:

— астрономические, определяемые положением Солнца и Луны на небесном своде;

— метеорологические, зависящие от состояния земной атмосферы, например, от прозрачности воздуха или от наличия тех или иных облаков на небе;

— топографические, определяемые характером окружающей местности, например, шириной обозреваемого из кабины водителя кругозора;

— технические, представляющие собой мероприятия, осуществляемые для улучшения видимости, как например, освещение рассматриваемых предметов осветительными приборами ближнего действия (фонари, лампы) или дальнего действия (осветительные ракеты и бомбы, прожекторы), установка специальных сигналов (вех, оградительных огней) около плохо видимых или совсем невидимых предметов и т. д.

Совместным влиянием всех перечисленных факторов определяется как качество видимости некоторого предмета из кабины водителя, так и то предельное расстояние, до которого этот предмет, хотя бы и слабо, все же различается, но за которым на местности уже ничего не видно. Это расстояние принято называть «дальностью видимости».

В практике бывают случаи, когда нужно заранее установить условия видимости различных предметов в то или иное время. Такая потребность возникает при движении по войсковым путям, где очень важно знать, с какого расстояния при данных условиях погоды и освещения станет заметен знак, указывающий путь или используемый для ориентировки.

Условия видимости в часы сумерек и ночью необходимо принимать в расчет при определении скорости движения автомобилей по колонным путям. Таким образом, зная место, время и условия погоды в районе передвижения войск, можно найти общие условия наблюдения далеких и близких предметов. В прогнозах, даваемых органами Гидрометеорологической службы, обычно сообщаются и данные об ожидаемых условиях видимости. Ими и нужно руководствоваться при оценке условий видимости тех или иных предметов на войсковой дороге.

Более заметные изменения условий видимости на протяжении суток вызываются сменой дня и ночи.

В сумеречные часы освещенность непрерывно меняется, повышаясь во время утренних сумерек и снижаясь во время вечерних.

Лунный свет имеет очень большое влияние на условия наблюдения и видимости, поэтому при оценке условий ноч-

ных действий инженерных подразделений прежде всего необходимо принимать в расчет лунное освещение. В полнолуние дальность видимости бывает в три раза больше, чем в темную ночь при тех же условиях.

Ночью вследствие слабой освещенности местности и низкой яркости земных предметов и небесного свода условия наблюдения крайне неблагоприятны для зрения. Зимой, при снеге, яркость местности бывает примерно в десять раз выше, чем летом, при том же уровне освещения.

Успех выполнения дорожных работ ночью определяется продолжительностью и характером ночи (лунная, темная), состоянием погоды, временем года.

В табл. 25 приводятся примерные данные видимости некоторых объектов при хорошей прозрачности воздуха, т. е. тогда, когда нет ни тумана, ни мглы.

Таблица 25

Некоторые данные об условиях видимости различных объектов при сумеречной и ночной освещенности

Освещенность, *лк*	Примерная дальность видимости при чистом воздухе, *км*					Рассматривание карты, компаса, часов, приборов на открытом месте	Различение цветов
	белые каменные постройки	серые деревянные постройки	светлые сухие дороги	кусты, деревья			
	на фоне луга, земли, пашни				на фоне неба		
1	5	2	2	7	20	Свободно	Насыщенные хорошо, блеклые плохо
10^{-1}	3	0,5	1	5	15	Трудно	Насыщенные плохо, блеклые не видно
10^{-2}	2	0,2	0,5	3	10		
10^{-3}	1	0,1	0,3	1	3	Невозможно	Цвета совсем неразличимы
10^{-4}	0,8	0,0	0,2	0,5	2		
10^{-5}	0,2	0,0	0,1	0,3	1		

Хорошая организация дорожных работ ночью может быть достигнута только при всестороннем учете положительных и отрицательных сторон ночи, умелом использовании природной освещенности и видимости.

§ 3. РАБОТА ИНЖЕНЕРНЫХ МАШИН ПРИ ПОДГОТОВКЕ КОЛОННЫХ ПУТЕЙ НОЧЬЮ

Подготовку пути производит дорожно-мостовая группа, оснащенная автогрейдерами и бульдозером. Для усиления подходов мостам и бродам эту группу необходимо обеспечивать сборными дорожно-мостовыми конструкциями. Дорожные машины (автогрейдеры, бульдозеры) могут выполнять работы ночью без включенных фар, если полоса пути обозначается видимыми в этих условиях указателями, а все ямы, крупные камни и другие препятствия — маяками или светящимися знаками.

Выполнение дорожных работ в ночное время требует тренировки расчетов, работающих на механизмах, в управлении машинами с потушенными или затемненными фарами.

Работа бульдозера ночью обеспечивается следующим образом. На каждом объекте работ следует обозначать сигнальными знаками границы набора грунта, направление перемещения его, а также линию сброса грунта с отвала бульдозера. Кроме того, в помощь бульдозеристу необходимо выделять сопровождающего, который обязан направлять движение бульдозера на подходе к препятствию, определять момент сброса грунта в препятствие и оповещать об этом бульдозериста условным сигналом.

При работе автогрейдера производится обозначение направления движения для каждого его прохода путем перестановки знаков (вех), а в особо сложных условиях движение машины регулируется световыми сигналами. Для установки знаков и подачи сигналов к каждому экипажу машины придается один — два опытных сапера, управляющих работой машины и находящихся все время впереди справа по ходу машины.

При выполнении различных операций положение ножа автогрейдера в пространстве может изменяться и характеризуется тремя углами:

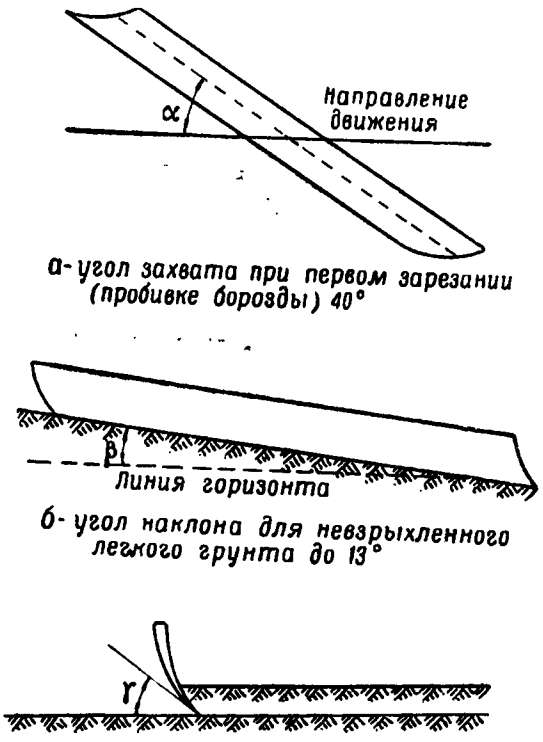
1) углом захвата α (рис. 55, *а*) — угол между режущей кромкой ножа и направлением движений автогрейдера;

2) углом наклона β (рис. 55, *б*) — угол между режущей кромкой ножа и горизонтом;

3) углом резания γ (рис. 55, *в*) — угол между касательной к поверхности ножа, проведенной через режущую кромку, и плоскостью резания грунта.

Независимо от выполняемой работы очень важно уметь установить отвал под наиболее рациональными углами.

Угол захвата следует назначать в пределах 30—90°. Установка угла меньше 30° при работе на местности даже с небольшим поперечным уклоном создает опасность заноса и опрокидывания автогрейдера. При зарезании грунта угол должен быть 30—50° (меньшее значение — для легких грунтов, большее — для тяжелых). Если гол больше 50°, грунт не будет скользить по ножу и образует перед ним «призму волочения».



а — угол захвата при первом зарезании (пробивке борозды) 40°

б — угол наклона для невзрыхленного легкого грунта до 13°

в — угол резания. При зарезании этот угол должен быть 40-45°, а при разравнивании до 60°

Рис. 55. Основные элементы установки ножа автогрейдера

Перемещение сухих и разрыхленных грунтов хорошо производить при угле захвата 35—40°, а слаборазрыхленных или увлажненных — при угле захвата 45—50°, так как в последнем случае обычно перемещается меньший по величине вал грунта (в связи с большей трудностью зарезания). Вообще следует стараться работать при возможно большем угле захвата, так как это дает возможность увеличить полосу захвата и за один раз перемещать грунт на большее расстояние.

Например, у автогрейдера Д-144 при углах захвата 30, 40, 50 и 60° расстояние продольного перемещения грунта соответственно составляет 3, 4, 6 и 10 *м*.

При разравнивании грунта без продольного перемещения отвал следует устанавливать под углом 90°.

Наиболее часто встречаются углы резания (рис. 56), близкие к 45°. Зарезание тяжелых грунтов следует производить при угле резания 40° (тяжелые грунты необходимо предварительно разрыхлять).

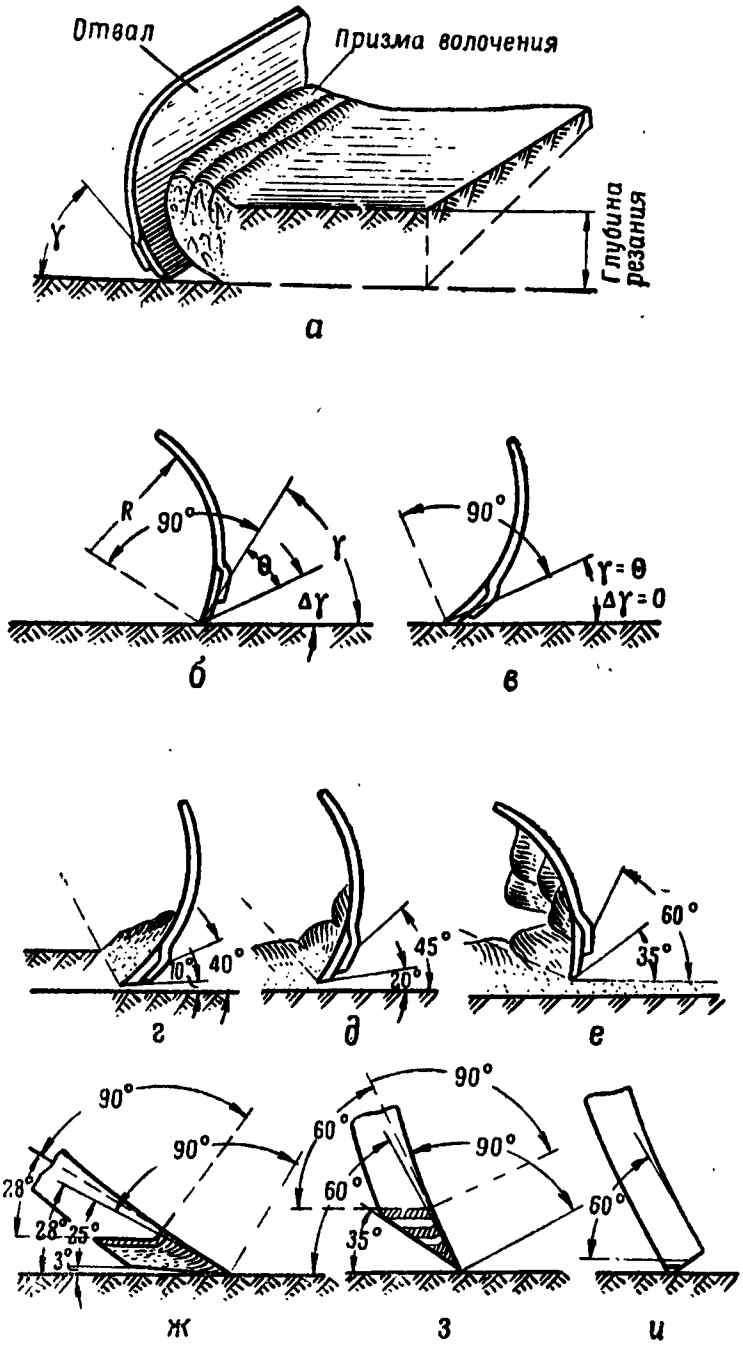


Рис. 56. Углы резания ножа автогрейдера:

а — общий вид отвала сбоку; *б* — углы неработавшего ножа; *в* — углы ножа после некоторого времени работы; *г* — положение отвала при зарезании грунта; *д* — положение отвала при перемещении грунта; *е* — положение отвала при планировке; *ж* — износ ножа при зарезании; *з* — износ острого ножа при планировке; *и* — износ тупого ножа при планировке

Наиболее рациональным углом при разравнивании грунта следует считать угол 60°, так как благодаря значительному наклону отвала вперед грунт одновременно с разравниванием будет уплотняться нижней частью отвала. Допускать при работе угол больше 60° не разрешается, так как возникают усилия, деформирующие соединения ножа с кронштейнами поворотного круга.

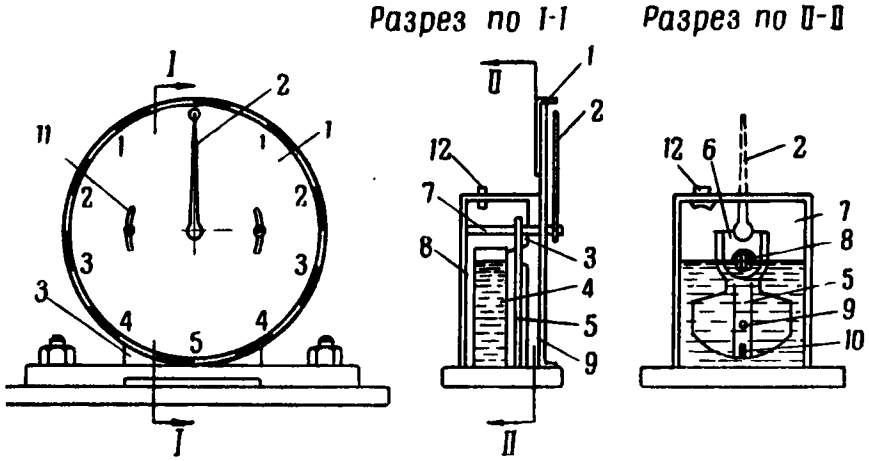


Рис. 57. Уклономер для контроля угла наклона ножа автогрейдера:

1 — циферблат; *2* — стрелка; *3* — коробка; *4* — маятник; *5* — рычаг; *6* — капроновая нить; *7* — ось стрелки; *8* — ось маятника; *9* — ось рычага; *10* — стойка; *11* — винты крепления циферблата; *12* — пробка

Угол наклона может изменяться от 0 до 50°. Угол наклона 11—13° следует устанавливать в исключительных случаях, так как, несмотря на наклон передних колес, это вызывает перекос автогрейдера и перенапряжение в некоторых частях его конструкции. Особенно важно соблюдение угла наклона при профилировочных работах или при планировке оснований, когда необходимо обеспечить заданный поперечный уклон. Контролировать угол наклона можно простым по своему устройству уклономером.

Прибор устанавливают в кабине автогрейдера. Устройство его показано на рис. 57. Тяжелый маятник *4*, установленный на оси *8*, помещен в коробку, заполненную маслом. Коробка жестко прикреплена в кабине автогрейдера и при его движении наклоняется в ту или другую сторону в соответствии с уклоном поверхности, по которой перемещаются задние колеса, ось которых жестко соединена с рамой. Коробка и маятник смещаются относительно друг друга на угол, соответствующий углу наклона грейдера.

При наклоне автогрейдера влево (или вправо) маятник, оставаясь в вертикальном положении, поведет за собой влево (или вправо) нижнюю часть вилообразного рычага *5*, т. е. повернет его против часовой стрелки вокруг оси *9*. Верхняя вилообразная часть рычага *5* сместится вправо (или влево) по отношению к оси *7* стрелки, натянет правую (или левую) ветвь капроновой нити *6* и ослабит вторую ветвь (левую). В результате этого стрелка *2* начнет вращаться. Циферблат уклономера отградуирован таким образом, что стрелка показывает уклоны в процентах.

В табл. 26 приведены наиболее рациональные углы установки ножа при различных операциях.

Таблица 26

Назначение операции и условия ее выполнения	Углы установки, град.		
	захвата	резания	наклона
Зарезание грунта:			
неразрыхленного I категорий (малосвязного)	40—45	40	До 13
разрыхленного II и III категорий	35—40	45	До 13
Перемещение грунта:			
сухого	35—40	45—50	3—5
влажного	40—50	40—50	3—5
Разравнивание	55—90	45—60	До—3
Планировка	45—90	40—60	До—3
Снегорасчистка	40—50	50	1—3

Кроме установки отвала под требуемыми углами захвата, резания и наклона, нужно уметь правильно сочетать управление отвалом с управлением всей машиной.

Наиболее высокая производительность автогрейдера в ночных условиях достигается на захватках длиной более 250 *м*.

Контроль за положением рабочего органа автогрейдера при работе ночью можно осуществлять с помощью специальных приспособлений. Для определения фактической глубины зарезания, производимого грейдером, рекомендуется пользоваться приспособлением, приведенным на рис. 58, которое состоит из стойки, втулки, плеча с крючком для отвеса и самого отвеса. Стойка изготовлена из полосового железа 30×10 *мм* и имеет длину 1,5 *м*. На широкой стороне ее нанесены сантиметровые деления. Для более удобного крепления стойки болтами к планке, соединяющей верхнюю

часть отвала ножа с кронштейном поворотного круга (рис. 59), нижний край стойки развернут на 90°. К верхнему концу ее под углом 30° наглухо прикреплен подкос из полосового железа 30 × 10 *мм* длиной 1,45 *м*. Нижним отогнутым концом подкос крепится к поворотному кругу. Ме-

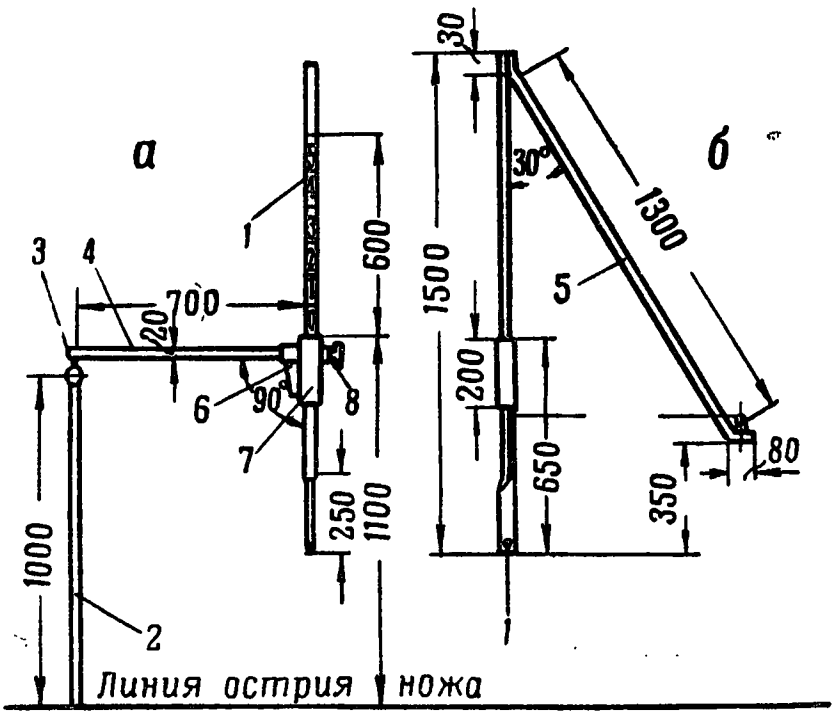


Рис. 58. Схема приспособления для контроля заглубления ножа:

а — вид спереди; *б* — вид сбоку; *1* — стойка; *2* — отвес; *3* — кольцо; *4* — плечо; *5* — подкос; *6* — треугольник; *7* — втулка; *8* — канал

таллическая втулка прямоугольного сечения имеет длину 20 *см* и закреплена на стойке стопорным болтом, ввинчиваемым во втулку. С другой стороны к втулке приварен треугольник для крепления плеча, который может быть выполнен за счет продолжения одной из сторон втулки. Плечо длиной 70 *см* из полосового железа размером 20 × 10 *мм* образует со стойкой угол 90°. Отвес длиной 1 *м* из 5-*мм* проволоки верхним концом соединяется с кольцом, подвешенным на крючке плеча; нижний конец его слегка заострен.

Монтируя прибор, необходимо точно определить место нуля на стойке, для чего нож грейдера приводится в строго горизонтальное положение и свободно опускается на грунт.

При этом стойка прибора займет вертикальное, а плечо горизонтальное положение. Втулка с плечом и отвесом передвинется по стойке до соприкосновения нижнего конца отвеса с грунтом, на уровне которого расположено острие

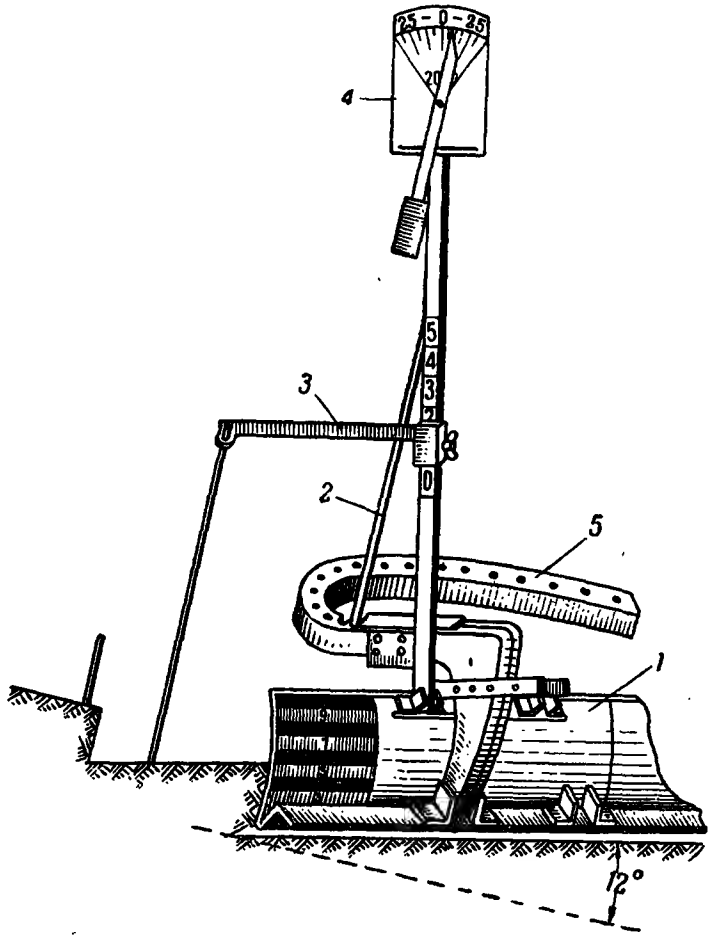


Рис. 59. Установка прибора на ноже автогрейдера:

1 — отвал; *2* — подкос; *3* — контроль заглубления; *4* — сектор; *5* — поворотный круг

ножа, а верхняя грань втулки должна совместиться с нулевым делением на стойке. Деления на стойке следует наносить после определения места нуля указанным способом.

С описанным прибором совмещается угломерное приспособление — сектор, контролирующий величину угла наклона ножа при зарезании. Стрелка сектора изготовляется из 2—3-*мм* железа длиной 70—80 *см* и работает по принципу отвеса, имея на нижнем конце небольшой груз. Ось ее свободно вращается во втулке. Скоба удерживает стрелку от качания по направлению движения. Применение этого при-

способления значительно облегчает работу грейдериста или автогрейдериста.

Работе на трассе колонного пути должны предшествовать ночные тренировочные занятия, в процессе которых особое внимание необходимо обратить на отработку вопросов взаимодействия между сопровождающими и водителями машин.

Расчеты инженерных машин должны довести приемы и навыки выполнения дорожных работ ночью до автоматизма.

Управление группами, а также работой отдельными средствами механизации осуществляется с помощью ракет или сигнальных (кодовых) огней, передаваемых по эстафете от одной машины к другой. Например, красная ракета (свет фонаря) означает, что вперед к объекту работ должен выдвинуться бульдозер, зеленая ракета — автогрейдер, желтая — машина с дорожными покрытиями и т. д.

При организации дорожных работ ночью с применением средств механизации необходимо помнить о возможностях противника вести наблюдение с помощью приборов ночного видения, поэтому средства механизации следует применять на участках местности, скрытых от наблюдения противника, или производить дымопуски для скрытия их от наблюдения противника.

На некоторых участках для скрытия работающих дорожных машин возможна установка вертикальных масок из местных средств или устройство специальных передвижных масок-экранов.

Дорожно-мостовая группа может так же, как и группа разведки и разграждения, устанавливать дополнительные светящиеся знаки или восстанавливать знаки, которые были установлены группой разведки и разграждения, но повреждены в результате производства работ на препятствиях.

При работе инженерных машин, выделяемых в состав отрядов обеспечения движения, для выполнения работ на препятствиях используются светомаскировочные устройства. Места работы на препятствиях могут освещаться фарами автомобилей, оснащенных светомаскировочными устройствами. Места стоянки машин перед препятствием, а также границы работ при необходимости могут обозначаться светящимися знаками, которые в последующем снимаются.

Личный состав дорожно-мостовых групп может оснащаться индивидуальными светильниками с использованием замаскированного света лампочки от карманного фонаря.

Саперы, назначенные на регулирование и сигнализацию, оснащаются светосигнальными фонарями КСФ.

Для подготовки войсковых дорог в лесистых участках местности целесообразно в состав отрядов обеспечения движения включать танковый снегоочиститель СТУ.

Дорожные машины при подготовке пути целесообразно использовать централизованно. Этим достигается более умелое и рациональное использование машин и более высокая их производительность, улучшается их техническое обслуживание.

При хорошей подготовке расчетов дорожных машин, а также при продуманной организации работ производительность машин ночью может быть близкой к производительности в дневных условиях. Но это требует от командира ООД большей оперативности, более четкой постановки задач и контроля за их выполнением. В связи с тем, что производство дорожных работ, а также руководство подразделениями ночью затруднены, решения командира ООД должны быть по возможности простыми, не требующими сложного маневра силами и средствами.

§ 4. ОБОЗНАЧЕНИЕ КОЛОННЫХ ПУТЕЙ

Пути, подготавливаемые для движения автомобилей ночью, должны быть обозначены светящимися знаками. Знаки эти должны быть хорошо видны в темноте. Обозначение путей светящимися или другими, ясно видимыми в темноте знаками, представляет сложную задачу, требующую затраты значительного количества сил и средств.

Вопросы обозначения путей движения автомобилей ночью в условиях строжайшей светомаскировки приобрели во время Великой Отечественной войны весьма серьезное значение. Войска, как правило, пользовались различными подручными средствами обозначения, которые в темноте не всегда были эффективными.

В литературе имеются данные о том, что в некоторых армиях для указанных целей использовали светосоставы в основном постоянного действия. В английской армии, например, применялись указки в виде деревянных колышков, на концах которых укреплялись небольшие пластинки, покрытые светосоставом постоянного действия. Указки, или, как их называли, светящиеся столбики, вбивались в землю и служили видимыми ориентирами, обеспечивающими выбор правильного направления при движении. Англичанами также использовалась светящаяся тесьма, представляющая

собой тонкую ленту, окрашенную светящейся краской. Тесьма протягивалась по земле для указания дороги и для обозначения препятствий и опасных мест.

Светосоставы постоянного действия находят широкое применение в Советской Армии для ночного обозначения маршрутов. Для этой цели используется комплект сигнальных средств КСО, состоящий из самосветящихся сигнальных знаков, металлических стоек и зелено-белых дисков. Каждый сигнальный знак комплекта (рис. 60) представляет собой устройство, работающее по принципу миниатюрного «прожектора». Источником света такого «прожектора» служит небольшая пластина, окрашенная светосоставом постоянного действия. Эта пластина помещается в фокусе линзы, чем достигается значительное увеличение дальности обнаружения сигнального знака в ограниченном угле. В темную безлунную ночь сигнальный знак КСО обнаруживается на расстоянии 150 *м*. При обозначении маршрута сигнальные знаки устанавливаются по его правой и левой границам так, как указано на схеме (рис. 61).

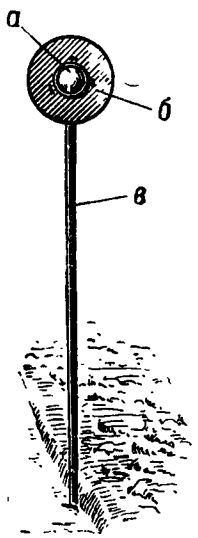


Рис. 60. Сигнальный знак комплекта КСО в сборе:
а — сигнальный знак;
б — зелено-белый диск;
в — стойка со шпорой

Интервал между каждой парой сигнальных знаков зависит от местности и составляет на прямых участках 60—80 *м*, на поворотах 20—40 *м*.

Для обозначения труднопроходимых мест, препятствий и поворотов применяются различные комбинации из нескольких сигнальных знаков. Так, для обозначения опасных и труднопроходимых участков (мост, брод, воронки, глубокие выбоины и т. д.) используются два сигнальных знака, которые устанавливаются друг над другом с разницей по высоте в 15—20 *см*.

Для обозначения поворота применяются два сигнальных знака, устанавливаемых на одной высоте и на расстоянии друг от друга до 50 *см* в плоскости, перпендикулярной к оси маршрута. При правом повороте парный знак выставляется у начала поворота на правой границе маршрута, при левом — на левой. Если маршрут идет по проходу в инженерных заграждениях, начало прохода и конец его обозначаются тремя сигнальными знаками, установленными на одной высоте и на расстоянии друг от друга 30—40 *см*.

Обозначение маршрута сигнальными знаками комплекта КСО производится с любого грузового автомобиля командой в шесть человек. Скорость развертывания зависит от

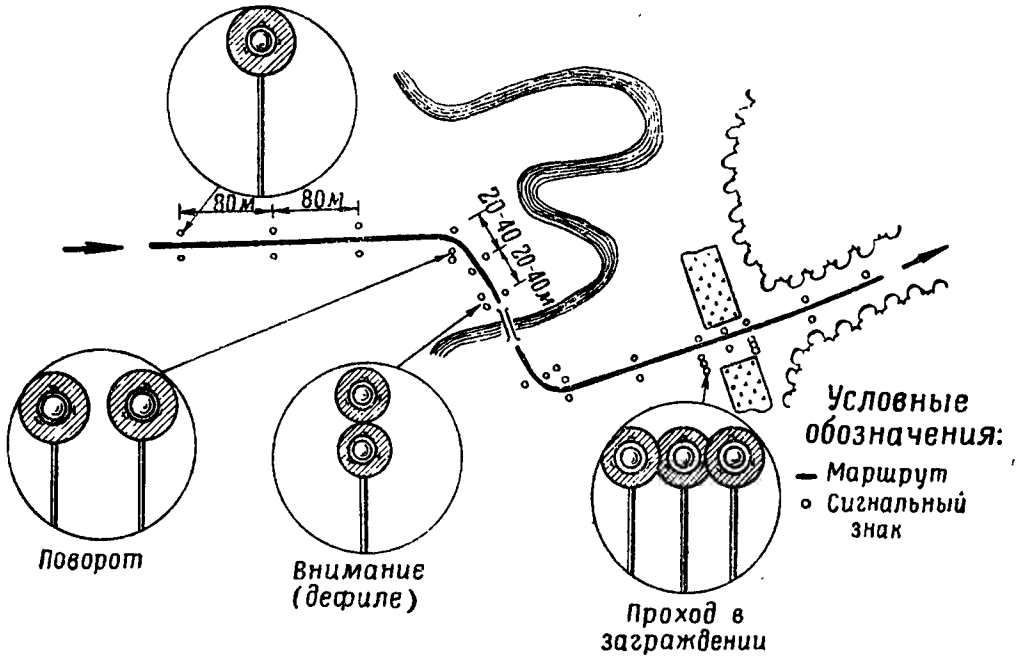


Рис. 61. Схема участка маршрута, обозначенного сигнальными знаками комплекта КСО

состояния маршрута и степени натренированности команды. В среднем она составляет 6 *км/час*.

При обозначении маршрутов сигнальные знаки могут выставляться на местности как на стойках, так и без них. Стойки, входящие в комплект КСО, имеют специальную шпору, которая служит упором для ноги при вдавливании заостренного конца стойки в грунт и исключает возможность самопроизвольного поворота сигнального знака в горизонтальной плоскости.

При установке сигнальных знаков без стоек предварительно подрезается и отвертывается дернина. Сигнальный знак в этом случае устанавливается прямо на диск так, как показано на рис. 62. После установки дернина

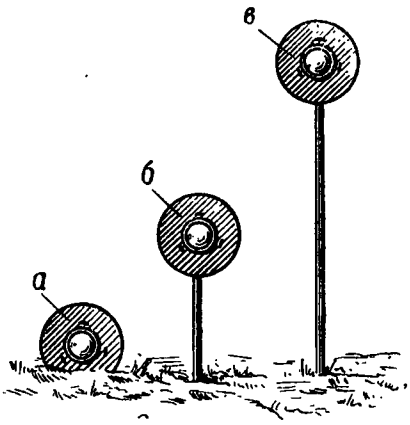


Рис. 62. Сигнальные знаки КСО, установленные на местности различным способом:

а — без стоек; *б* — на коротких стойках; *в* — на длинных стойках

отвертывается обратно и закрывает хвостовую часть знака.

Комплект КСО позволяет эффективно обозначать маршрут не только ночью, но и днем. Хорошая видимость сигнальных знаков комплекта днем обеспечивается за счет наличия зелено-белых дисков, надеваемых на сигнальные знаки и создающих высокие контрасты с фоном. Летом зелено-белые диски крепятся к знакам белой стороной к наблюдателю, зимой — наоборот.

Большое значение имеют также и другие знаки, которые можно изыскать самостоятельно, на местах. Поэтому необходимо принять меры к изготовлению в войсках ясно видимых ночью знаков для обозначения путей. К таким знакам могут быть отнесены различные знаки, основой которых является электролампочка карманного фонаря с батарейкой, заключенных в деревянный или фанерный корпус с вырезами в нем. Вырезы в корпусе заклеиваются плотной бумагой с таким расчетом, чтобы свет от электролампочки был виден через бумагу на ограниченном расстоянии и не виден при наблюдении с воздуха и со стороны противника, не демаскируя подготовленных путей. Вместо бумаги для изготовления светящихся знаков удобно применять испорченную аэрофотопленку. Пленка может быть закрашена зеленой или желтой краской. Это ограничивает видимость светящихся знаков от воздушного и наземного наблюдения противника и делает их более удобными в эксплуатации. Вырезы в корпусах знаков устраиваются различной конфигурации, так чтобы каждый путь был обозначен знаком определенной формы, отличающимся от знаков, выставленных для обозначения других путей.

Для лучшего ориентирования войск в ночных условиях следует каждый путь обозначать только ему присвоенным знаком, отличающимся от знаков, устанавливаемых на других путях.

В качестве светящихся знаков для обозначения путей движения войск могут быть рекомендованы также простейшие фонари, изготовленные из гальванического элемента. Такие фонари, состоящие из гальванического элемента, миниатюрной электролампочки напряжением 1 *в*, простейшего рефлектора из жести, служащего одновременно держателем для электролампочки, козырька из жести, припаянного к рефлектору, цветного светофильтра из окрашенной фотопленки и небольшого отрезка электропровода, легко изготовить в войсках. Для прикрепления фонаря к вешке

(к колу, к деревьям и т. п.), изготавливается простейшее крепление в виде скобы или хомутика.

Фонарь приводится в действие следующим образом. В рефлектор вставляется электролампочка и к ней присоединяется отрезок электропровода (или он может припаиваться к лампочке заранее). Лампочка закрывается цветным фильтром нужного цвета. Гальванический элемент вынимается из картонной оболочки и в оболочку вставляется рефлектор с козырьком, лампочкой и электропроводом. Затем вкладывается гальванический элемент так, чтобы он своим центральным контактом касался осевого контакта электролампочки. Одновременно боковой контакт электролампочки присоединяется посредством электропровода к металлическому корпусу гальванического элемента, и лампочка загорается. Включенные фонари прикрепляются к вешкам, устанавливаемым вдоль обозначаемого пути.

Наиболее целесообразно для обозначения путей применять светящиеся знаки с цветными светофильтрами зеленого, желтого и белого цвета, обозначая каждый путь знаками одного цвета.

Зимой колонный путь целесообразно обозначать знаком треугольной формы (размером 20×20 *см*) из фанеры, окрашенной в черный цвет. Знак укрепляется на стойке высотой 1,5 *м*. Личному составу частей и подразделений сообщается, как и какими знаками будут обозначены пути движения.

Важнейшими требованиями, которым должны удовлетворять светящиеся знаки для обозначения путей, являются невидимость их со стороны противника и невозможность обнаружить наблюдением с воздуха подготовленный путь Этим требованиям вполне удовлетворяют знаки типа КСО.

Наиболее часто может нарушаться требование маскировки при применении знаков с подсветкой, поэтому необходимо особенно тщательно их изготавливать и перед применением проверять.

Обозначение путей может быть одностороннее или двухстороннее, т. е. знаки устанавливаются с одной или с двух сторон пути. Первый способ более выгоден, так как сокращает потребность в силах и средствах. Двухстороннее обозначение путей может быть применено на опасных участках пути (для обозначения мостов, проходов в заграждениях и препятствиях).

При установке светящихся знаков с одной стороны дороги они выставляются с правой стороны по ходу движения

к фронту. Расстояние между знаками будет различным и зависит от дистанции видимости знака, условий местности и состояния пути. На прямых участках знаки могут расставляться на расстоянии 50—100 *м* один от другого и больше с правой стороны по ходу движения. На хороших дорогах с покрытием светящиеся знаки могут расставляться значительно реже. На труднопроходимых или опасных участках пути (например, на косогорах, резких поворотах и т. п.) расстояние между знаками уменьшается до 20—30 *м* и они ставятся с левой и с правой стороны пути.

Обозначение колонного пути может также производиться обычными, хорошо оструганными рейками или же окрашенными известью вехами. Для указания путей обхода препятствий и обозначения поворотов пути может найти применение прибор — дорожный указатель, устанавливаемый сзади автомобиля. Этот прибор на ходу машины разбрызгивает цветную, отчетливо видимую ночью жидкость (например, известковое молоко) по дороге. Такими приборами следует снабжать хвостовые машины отряда обеспечения движения, за которыми следуют основные колонны машин.

§ 5. ВОЖДЕНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ НОЧЬЮ

Вождение автомобилей ночью требует специальной подготовки и тренировки водителей. Подготовка к движению ночью заключается прежде всего в тщательной проверке технического состояния автомобиля и изучении маршрута днем. При изучении маршрута особое внимание следует обращать на изучение тех участков местности, где имеются крутые подъемы и спуски, мосты и переправы, железнодорожные переезды и т. п.

Вождение автомобилей ночью с потушенными фарами по размытой дождями проселочной или лесной дороге связано с преодолением ряда трудностей. Справиться с ними могут только опытные водители, хорошо ориентирующиеся на маршруте и обладающие твердыми навыками управления автомобилями. Еще большее искусство требуется от командира. Он обязан правильно расставить машины в колонне, установить интервалы между ними и строго выдерживать их в пути, уметь маневрировать скоростью движения, передавать и быстро реагировать на сигналы.

Для ночного движения все боевые и транспортные машины оборудуются светомаскировочными устройствами

(СМУ). Светомаскировочное устройство позволяет поддерживать необходимые дистанции между машинами в колонне и затрудняет обнаружение противником передвигающихся колонн автомобилей.

В комплект светомаскировочного устройства входят:

— светомаскировочные насадки для фар;
— переключатель режимов светомаскировки;
— вставки к подфарникам;
— вставка к заднему фонарю;
— вставка к линзе освещения номерного знака.

Светомаскировочная насадка к фаре устанавливается вместо рассеивателя. Она представляет собой штампованный диск, выполненный по форме рассеивателя. В верхней части насадки помещена двухрядная линза, которая прикрыта двойным козырьком. Линза и козырек обеспечивают падение света фары только на проезжую часть дороги. Специальная маскировочная фара позволяет создать три режима освещения: режим полного затемнения, режим частичного затемнения, режим освещения, приближенный к нормальному и обеспечивающий максимальную скорость движения.

Переход с частичного на полное затемнение осуществляется путем включения в цепь нити накала нормальной электролампы специального сопротивления.

Для создания режима освещения, приближенного к нормальному, открывается щиток над нижней линзой, укрепляемый защелкой под козырьком фары.

При эксплуатации маскировочных автофар особое внимание нужно обращать на тщательность их регулировки, от которой зависят и маскировочный эффект, и равномерность освещения.

Переключатель режимов светомаскировки служит для уменьшения освещенности пятна на дороге при полном затемнении.

Специальный маскировочный стопсигнальный прибор с индикатором расстояния не только обеспечивает необходимую видимость, но и позволяет определить примерное расстояние до идущей впереди машины. Это имеет большое значение при вождении колонн автомобилей. Если на приборе видно одно световое поле, то дистанция до автомобиля составляет 150—50 *м*, при двух световых полях — от 30 до 20 *м* и при четырех — 20 *м* и менее.

Большая часть машин должна двигаться при полном затемнении, ориентируясь при движении по светящимся зна-

кам, выставленным вдоль подготовленных путей, а также по знакам, нанесенным светящимся составом или белой краской на задних бортах автомобилей и бронетранспортеров.

Для управления колоннами автомобилей при движении ночью используются светофоры ручного или кнопочного переключения для передачи сигналов из кабины водителя. Возможное искрение у автомобилей ликвидируется ограждающими козырьками, надеваемыми на выхлопные трубы.

При движении в темноте с полностью выключенным освещением водитель должен быть особенно внимательным. На тех автомобилях, где это возможно, ветровое стекло кабины следует поднять или использовать боковое окно кабины для наблюдения за дорогой. При движении в темноте водитель должен быть готов к остановке автомобиля в любой момент, при этом водитель ориентируется по впереди идущему автомобилю. Подъем и спуски преодолеваются обычно на низшей передаче, чаще на первой или второй. В ночных условиях при движении колонной дистанция между отдельными машинами должна быть в пределах видимости задней части кузова передней машины. Для ориентировки сзади идущих машин необходимо на заднюю часть кузова автомобиля наклеивать листы белой бумаги или белой ткани размером 10×10 *см*, которые видны на 10—20 *м*; еще лучше, если эта ткань будет фосфоресцирующей.

Для подачи сигналов командира в Н-ской части при вождении колонн ночью с левой стороны кабины на переднем борту каждой шестой машины на высоте 80—100 *см* устанавливался светофор. Наряду со световой сигнализацией может широко применяться радиосвязь. Переносными радиостанциями оснащаются как головные машины, так и автомобили, следующие в техническом замыкании. По радио командир может контролировать своевременное прохождение колонной установленных рубежей регулирования, узнавать о выходе из строя отдельных машин по техническим причинам и т. д.

Регулирование движения в ночное время может осуществляться с помощью световых сигналов. Сигналы подаются электрическими фонарями, направленными в сторону машин миганием зеленого и красного света. Для обеспечения скрытия от наблюдения с самолета электрические фонари, применяемые для сигнализации, необходимо снабжать ограждающими приспособлениями, которые закрывали бы

источник света от воздушного наблюдения под минимальным углом наблюдения с самолета, равным 8—10°.

При движении ночью автомобили и другие транспортные и боевые средства должны иметь фары, прикрытые направляющими козырьками с защитным углом 8—10°.

Видимость различных препятствий на дороге зависит от размеров препятствий и от контрастности их цвета и цвета покрытий. В табл. 27 приведена относительная видимость серого прямоугольника на разных покрытиях.

Таблица 27

Относительная дальность видимости препятствия на разных покрытиях

Тип покрытия	Относительная видимость
Цементобетонное	1
Булыжная мостовая	0,75
Гравийное	0,70
Асфальтобетонное	0,65
Грунтовая дорога	0,40

Хорошая видимость препятствий на цементобетонных покрытиях и различие в окраске светлых цементобетонных покрытий и темных обочин существенно повышают безопасность движения в ночное время.

Зимой видимость в ночных условиях значительно улучшается за счет влияния снежного покрова, который способствует увеличению освещенности полотна дороги.

Покрытие из грунтоцемента является особенно удобным для обеспечения ночного движения, потому что его белый цвет хорошо заметен в темноте.

Для облегчения ориентирования водителей в ходе наступления в ночных условиях целесообразно устанавливать световые ориентирные знаки на местных ориентирах. Обозначение местных ориентиров помогает водителю выдерживать правильное направление движения вслед за наступающими войсками. Таких ориентиров выбирается три — четыре. Их легко обозначить, устанавливая несколько про-

стейших световых ориентирных знаков в различном положении один относительно другого.

Водители должны уметь быстро устранять всякого рода неисправности автомобиля ночью, например производить мелкий ремонт автомобиля в полной темноте. Ночная подготовка водителей — важный раздел боевого обучения, и ему необходимо уделять серьезное внимание.

Приложение 1

Простейшие способы определения состава грунта

Наименование грунта	Ощущение при растирании сухого грунта пальцами	Наблюдение через лупу и простым глазом	Состояние грунта		Способность скатываться в шнур при раскатывании влажного грунта на ладони
			сухого	влажного	
Песчаный	Глинистые частицы не чувствуются, ощущение песчаной массы	Видны только песчаные частицы	Сыпучий	Не пластичен	В шнур не скатывается
Песчаный пылеватый	При растирании остается много пылеватых частиц	Заметно преобладание песчаных частиц над пылеватыми	То же	То же	То же
Супесчаный	Преобладают крупные песчаные частицы, сухие комочки раздавливаются без труда	Песчаные частицы преобладают над глинистыми или пылеватыми	Комья легко рассыпаются от давления руки и при подкидывании на лопате	Пластичность проявляется слабо	Шнур скатать почти не удается
Супесчаный мелкий	Преобладают мелкие песчаные частицы	То же	То же	То же	Скатывается с трудом. Шнур распадается на кусочки диаметром 3—5 *мм*

Наименование грунта	Ощущение при растирании сухого грунта пальцами	Наблюдение через лупу и простым глазом	Состояние грунта		Способность скатываться в шнур при раскатывании влажного грунта на ладони
			сухого	влажного	
Пылеватый	При растирании производит впечатление сухой муки	Песка очень мало, пылеватых частиц много	Комья очень непрочные и легко рассыпаются	Пластичность незначительная, грунт легко переходит в плывунное состояние	Шнур почти не удается скатать. Скатанный из грунта шарик при встряхивании легко растекается в лепешку с выделением воды
Суглинистый	При растирании чувствуются песчаные частицы, отдельные сухие комочки раздавливаются легко	Ясно видны отдельные песчинки среди порошка	При раздавливании требуется усилие	Не очень пластичный и липкий	Длинного и тонкого шнура не получается
Суглинистый пылеватый	При растирании в сухом состоянии песок почти не чувствуется, сухие комочки раздавливаются легко	Видны тонкие пылеватые частицы	Комья и куски не твердые, при ударе молотком рассыпаются на мелкие кусочки	Пластичный и липкий	Шнур рвется на кусочки диаметром 3 *мм*

Наименование грунта	Ощущение при растирании сухого грунта пальцами	Наблюдение через лупу и простым глазом	Состояние грунта		Способность скатываться в шнур при раскатывании влажного грунта на ладони
			сухого	влажного	
Тяжелосуглинистый	В глинистой массе чувствуется наличие песка. Сухие комочки раздавливаются с большим трудом	Видны тонкие пылеватые частицы	Комья и куски не твердые, при ударе молотком рассыпаются на мелкие кусочки	Пластичность и липкость резко выражены	Дает длинный шнур диаметром 1—2 *мм*. Шарики при сдавливании в лепешку не трескаются по краям
Глинистый	При растирании в сыром состоянии песчаных частиц не чувствуется. Комочки раздавливаются с большим трудом	Однородная глинистая тонкая порошкообразная масса, не содержащая частиц крупнее 0,25 *мм*	Твердый в кусках, при ударе молотком колется на отдельные комья	Очень пластичный, липкий и мажущийся	Дает прочный длинный шнур диаметром менее 1 *мм*. Шарики при сдавливании в лепешку не трескаются по краям

Приложение 2

Основные свойства различных грунтов

Наименование грунта	Пластичность	Липкость	Набухание	Водопроницаемость	Водоподъемная способность, *м*	Важнейшие дорожные свойства
Песчаный	Не пластичный	Не липкий	Не набухает	Водопроницаемость хорошая	0,2—0,3	При хорошей водопроницаемости не имеет связности; в сухое время глубоко прорезается колесами и создает большое сопротивление движению, снижающее полезную нагрузку. Во время дождя связность увеличивается и дорога становится легко проезжаемой. В сухое время требует укрепления. Откосы насыпей и выемок, а на больших уклонах и проезжая часть легко размываются дождями с образованием промоин, часто препятствующих движению. С увеличением пыли по свойствам приближается к пылеватым грунтам
Песчано-пылеватый	Не пластичный	Не липкий	Не набухает	Водопроницаемость удовлетворительная	0,3—0,6	В сухом состоянии несвязный, в водонасыщенном состоянии снижает свою устойчивость, а при содержании большого количества мелкопесчаных и пылеватых частиц при увлажнении переходит в плывунное состояние. Как дренирующий материал и в качестве добавки

Наименование грунта	Пластичность	Липкость	Набухание	Водопроницаемость	Водоподъемная способность, *м*	Важнейшие дорожные свойства
						для составления оптимальных смесей малопригоден
Супесчаный	Пластичность проявляется слабо	Не липкий	Почти не набухает	Водопроницаемость удовлетворительная	0,3—0,6	Лучший грунт по дорожным свойствам, обладает достаточной связностью, имеет удовлетворительную водопроницаемость. В сухое время имеет ровную поверхность, обладает способностью к закатыванию автомобилями. В дождливое время липкости почти нет, колеи образуются медленно и больших размеров достигают лишь при интенсивном движении. В большинстве случаев можно обойтись без специальных мер укрепления
Супесчаный мелкий	То же	Липкость незначительная	Набухание незначительное	То же	0,5—0,8	В сухом состоянии малосвязный, иногда пылит. В водонасыщенном состоянии имеет плывучесть. Менее устойчив, чем супесчаный грунт
Пылеватый	Пластичность незначительная	Липкость сравнительно небольшая	То же	Водопроницаемость незначительная	0,8—1,5 иногда до 2,0—3,0	В сухое время образует слой пыли толщиной в несколько сантиметров. Во время дождей и распутицы переходит в плывунное состояние, образуя слой жидкой текучей грязи. Легко образует пучины. Требует специальных мер укрепления покрытиями

Наименование грунта	Пластичность	Липкость	Набухание	Водопроницаемость	Водоподъемная способность, *м*	Важнейшие дорожные свойства
Суглинистый	Пластичность не очень большая	Липкий	Набухание заметное	Водопроницаемость плохая	1,0—1,3	Обладает всеми свойствами, характерными для глинистых грунтов, но слабее выраженными. Возможно образование колей глубиной больше 20 *см*. В сухое время при правильном содержании легко проезжаем. Во время дождей становится липким, образует колеи и выбоины. В распутицу требует тем больше специальных мер укрепления, чем больше содержит глины и пыли
Суглинисто-пылеватый	Пластичный	То же	То же	Водопроницаемость очень плохая	1,5—2,0	Для дорожных сооружений в неблагоприятных гидрогеологических условиях малопригоден. Пучинистый грунт при увлажнении переходит в плывунное состояние
Тяжелосуглинистый	Пластичность резко выражена	Липкость значительная	Набухание значительное	То же	1,5—2,0	Хорошо связный, плотный. Медленно просыхает, вследствие чего на грунтовых дорогах быстро образуются выбоины и ухудшается проезд. Может быть улучшен добавлением песка

Наименование грунта	Пластичность	Липкость	Набухание	Водопроницаемость	Водоподъемная способность, *м*	Важнейшие дорожные свойства
Глинистый	Очень пластичный	Очень липкий	Сильно набухает	Водонепроницаем	1,5—2,0	В дождливую погоду быстро размокает и делается скользким; из-за слабой водопроницаемости задерживает воду в углублениях, быстро образует глубокие колеи (больше 20 *см*), выбоины и приходит в непроезжее или трудно проезжее состояние; во время дождей требует укрепления или устройства покрытий. В сухое время становится очень твердым, имеет наибольшую несущую способность, образует трещины, сильно пылит. Дорожное полотно укрепления не требует

Нагрузка на колеса и площадь отпечатка колес основных автомобилей

Марка автомобиля, тип шины	Площадь отпечатка колес, $см^2$		Нагрузка на колеса, $кг$		Удельное давление колес, $кг/см^2$		Нагрузка на платформу, $т$
	передних	с одной стороны задней тележки	на передние	с одной стороны задней тележки	передних	задней тележки	
ЯАЗ-210Г, шины 12,00—20	319	1233	2284	7889	7,15	6,38	8,0
ЯАЗ-200, шины 12,00—20	545	1099	1800	5055	3,3	4,6	7
ЗИЛ-151, шины 8,25—20	194	553	1213	2884	6,24	5,22	2,5
ЗИЛ-150, шины 9,00—20	338	684	1045	3010	3,1	4,4	4,0
ЗИЛ-150, шины 260—20	385	752	1045	3010	2,7	4,0	4,0
ГАЗ-63, шины 9,75—18	172	239	884	1052	5,14	6,28	1,5
ГАЗ-51, шины 7,5—20	208	390	758	1453	3,64	3,73	1,5
ГАЗ-51, шины 210—20	284	573	810	1890	2,7	3,3	

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	3
Глава первая. **Проходимость автомобилей по грунтовой целине**	6
§ 1. Виды грунтов и их характеристика	—
Свойства грунтов	8
§ 2. О проходимости автомобилей по грунтовой целине	12
Понятие о проходимости автомобилей	—
Сопротивление движению автомобиля по грунтовой целине	15
Показатели проходимости автомобилей	16
Оценка проходимости автомобилей по грунтовой целине	17
§ 3. Полевые методы определения проезжаемости грунтовой целины	20
Приборы для оценки проезжаемости грунтов	—
Описание плотномера-влагомера инженера Ковалева	29
Пользование прибором	31
§ 4. Движение автомобилей по грунтовой целине	34
§ 5. Проходимость автопоездов	40
Глава вторая. **Движение автомобилей в особых условиях местности**	42
§ 1. Проходимость автомобилей по заболоченным участкам и болотам	—
§ 2. Проходимость автомобилей по песчаным участкам	49
§ 3. Преодоление подъемов и спусков	50
§ 4. Преодоление рек и ручьев вброд	53
§ 5. Движение по местности, поросшей кустарником и мелколесьем	60
Глава третья. **Средства и способы, повышающие проходимость автомобилей по грунтовой целине**	61
§ 1. Приспособления для повышения проходимости автомобилей	—
§ 2. Способы, повышающие проезжаемость грунтовой целины	63
Срезание верхнего размокшего слоя грунта (простружка)	64
Планировка (выравнивание) поверхности грунта	67
Усиление грунта различными дорожными покрытиями	71
Усиление слабых участков колонных путей сборными покрытиями	92
Закрепление естественно залегающего грунта	94

Стр.

Глава четвертая. **Проходимость автомобилей по снежной целине** 98
§ 1. Снежный покров и его характеристика . . . . . —
§ 2. Оценка проходимости автомобилей по снежному покрову . . . 102
§ 3. Движение автомобилей по снежной целине 105
§ 4. Способы, повышающие проходимость автомобилей по снежному покрову 110
§ 5. Расчистка трассы колонного пути от снега 114

Глава пятая. **Подготовка путей движения автомобилей в ночных условиях** 123
§ 1. Ведение инженерной разведки в ночных условиях 126
§ 2. Природная освещенность и видимость 128
§ 3. Работа инженерных машин при подготовке колонных путей ночью 131
§ 4. Обозначение колонных путей 139
§ 5. Вождение автомобилей ночью 144

Приложения 149

МОИСЕЙ ГРИГОРЬЕВИЧ ЛАЗЕБНИКОВ
О проходимости автомобилей по грунтовой и снежной целине
Редактор *Стасюк Н. А.*
Технический редактор *Межерицкая Н. П.*
Корректор *Поташкова Н. В.*

Сдано в набор 29.6.57 г. Г-43028. Подписано в печать 28.1.58 г.
Формат бумаги $84\times108^{1}/_{32}$ — 5 п. л. = 8,2 усл. п. л. 8,277 уч.-изд. л.
Военное Издательство Министерства обороны Союза ССР
Москва, Тверской бульвар, 18.
Изд. № 4/8691. Цена 3 р. 90 к. Зак. 557.

1-я типография имени С. К. Тимошенко
Управления Военного Издательства Министерства обороны Союза ССР
Москва, К-6, проезд Скворцова-Степанова, дом 3.